

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



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска и расчет последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

УДК 614.8:621.311

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Колыванова Лилия Витальевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	Универсальные компетенции
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
 _____ С.А. Солодский
 «___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы	
---------------------	--

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Колывановой Лилии Витальевне

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентам выполненной работы:	14.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1 Структура ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». 2 Объём накопителя золошлаковых отходов: общий 2100 тыс. м³ (при отметке гребня дамбы 133,0 м); полезный 1900 тыс. м³ (при отметке заполнения ёмкости 132,5 м). Запас оставшейся вместимости золоотвала при существующем положении ГТС и отметке заполнения накопителя 132,5 м составляет примерно 200 тыс. м³. 3 Состояние ГТС характеризуют три группы факторов:
---------------------------------	--

	1) влияние окружающей среды, природных процессов; 2) конструктивные особенности и фактическое состояние сооружений; 3) размер вероятного вреда в случае возникновения аварии.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Изучить литературные источники по вопросам определения и оценки риска потенциально опасных объектов. 2 Провести анализ аварийных ситуаций на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». 3 Оценить степень риска возникновения аварии на гидротехническом сооружении ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». 4 Рассчитать последствия аварии по сценарию – разрушение основной дамбы золоотвала в меженный период.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Колыванова Лилия Витальевна		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа 94 с., 4 рис., 24 табл., 50 источников.

Ключевые слова: ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЙ ОБЪЕКТ, ЗОЛООТВАЛ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ АВАРИЯ, ОЦЕНКА РИСКА, РАСЧЁТ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ.

Объектом исследования является гидродинамическое сооружение золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

Цель работы – оценка риска и расчёт последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» для разработки ПЛАС.

В процессе исследования проводились расчёт по оценке риска на гидротехническом сооружении.

В результате исследования провели расчёт зон затопления при гидродинамической аварии по сценарию-разрушение основной дамбы золоотвала при существующем уровне заполнения в случае потери устойчивости низового откоса основной дамбы золоотвала в меженный период.

Report

Final qualifying work 92 p., 4 fig. s, 24 tables., 50 sources.

Keywords: POTENTIALLY DANGEROUS OBJECT, ASH DISPOSAL AREA, HYDRODYNAMIC ACCIDENT, RISK ESTIMATION, CALCULATION OF CONSEQUENCES OF ACCIDENT.

A research object is hydrodynamic building of ash disposal area of the thermal power plant and estimation of chemical environment. An aim of work is a risk estimation and calculation of consequences of accident on hydrotechnical building of ash disposal area of the thermal power plant and estimation of chemical environment for development a part of the operational plan of containment and elimination of emergency situations.

In the process of research conducted calculation as evaluated by a risk on hydrotechnical building.

As a result of research conducted the calculation of zones of flood at a hydrodynamic accident on сценарию-разрушение of basic dike of ash disposal area at the existent level of filling in case of loss of stability of basilar slope of basic dike of ash disposal area in a boundary path period.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ Вибрация. Общие требования безопасности.

ГОСТ 13822-74 Светильники. Виды освещения.

ГОСТ Р22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

ГОСТ Р3112194-0366-03 Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте.

Обозначения и сокращения

ПЛАС – план ликвидации и локализации аварийной ситуации;

ГТС – гидротехническое сооружение;

ГЗУ – система гидрозолаудаления;

АБЗ – абразивный завод;

ППР – плоскость предельного размыва;

УКС – Управление капитального строительства;

УЭК – Управление экологического контроля.

Оглавление	С.
Введение	9
1 Литературный обзор	12
2 Объект и методы исследования	19
3 Расчёты и аналитика	35
3.1. Оценка степени опасности аварии ГТС.	35
3.2. Повреждения и деформации ГТС и их конструктивных элементов, способные вызвать аварию, возможные причины их возникновения. Выбор сценариев аварии, сечений и образования прорана и трассы распространения потока.	35
3.3 Результаты расчёта и описание аварии по принятому сценарию.	39
3.4. Результаты оценки последствий аварии ГТС.	45
3.5. Оценка степени риска.	46
3.6. Наличие автономных средств связи, в том числе с обслуживающим персоналом, а так же локальной системой оповещения.	51
3.7. Состав сил медицинского обеспечения и порядок оказания доврачебной помощи пострадавшим работникам и населению.	52
3.8. Порядок информирования населения, органов надзора, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий о возможных и возникших на ГТС аварийных ситуациях.	53
3.9 План ликвидации аварии	54
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	61
4.1. Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на ООО «Юргинский машзавод». Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий.	61

4.2 Параметры загрязнения грунтовых вод и почвы	73
5 Социальная ответственность	77
5.1. Описание рабочей зоны насосной станции на предмет возникновения вредных и опасных факторов.	77
5.2. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.	77
5.3 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.	83
5.4. Защита в чрезвычайных ситуациях.	85
Заключение	88

Введение

Научно-техническая революция, начавшаяся во второй половине XX века и связанная с вовлечением в хозяйственный оборот все большего количества природных ресурсов, ростом производственной базы, использованием все более сложных технологических систем, их концентрацией, увеличением количества потребляемой человечеством энергии, обусловила одновременно и рост риска возникновения аварий и катастроф.

Опасность созданной человечеством техногенной сферы связана, прежде всего, с наличием в промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве большого количества радиационно-, химически-, биологически-, пожаро- и взрывоопасных производств и технологий. Угрозу представляют потенциальные возможности возникновения аварий и катастроф на атомных электростанциях, нефте-, газо- и химических предприятиях, гидротехнических сооружениях [1].

Гидродинамическая авария – это чрезвычайное событие, связанное с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его части, и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушения и затопления обширных территорий. К основным потенциально опасным гидротехническим сооружениям относятся плотины, водозаборные и водосбросные сооружения (шлюзы).

Разрушение (прорыв) гидротехнических сооружений происходит в результате действия сил природы (землетрясений, ураганов, размывов плотин) или воздействия человека, а также из-за конструктивных дефектов или ошибок проектирования.

Последствиями гидродинамических аварий являются:

- повреждение и разрушение гидроузлов и кратковременное или долговременное прекращение выполнения ими своих функций;

- поражение людей и разрушение сооружений волной прорыва, образующейся в результате разрушения гидротехнического сооружения;
- катастрофическое затопление обширных территорий слоем воды от 0,5 до 10 м и более [2].

Аварии и катастрофы на потенциально опасных объектах ежегодно уносят десятки тысяч жизней и требуют не только экстренных мер по их ликвидации, но, главное, знаний и умений каждого, решительных и осмысленных действий руководящего состава всех уровней в сложившихся чрезвычайных ситуациях [3].

Актуальность темы.

В настоящее время в Российской Федерации функционируют более 30 тыс. гидротехнических сооружений и других объектов энергетической отрасли. Большая часть их [4] представляет не только [5] экономическую, оборонную и социальную значимость для страны, но и потенциальную опасность для здоровья и жизни [6] населения, а также окружающей природной среды. В зонах возможного воздействия поражающих факторов при авариях на этих объектах проживают свыше 90 млн. жителей страны. Таким образом, возникает необходимость разработки и осуществления превентивных мероприятий в области защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) [7].

Одной из ключевых проблем промышленной безопасности является анализ и оценка опасностей возможных аварий на опасных объектах техносферы. Возможность применения метода анализа риска требует создания единых методологических подходов, которые учитывали бы в себе специфику опасных производственных объектов и нормативных требований в области экологической, пожарной, промышленной безопасности защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Для выбора адекватных мер по предупреждению и возникновению аварий на ТЭЦ необходима научно-методическая база и количественная оценка риска их появления. В связи с этим, особо актуальной становится разработка аналитических методов анализа и оценка рисков с целью повышения уровня

безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду поражающих факторов аварий на ТЭЦ.

Целью работы является оценка риска и расчёт последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» для разработки ПЛАС.

Задачи данной работы:

- изучить литературные источники по вопросам определения и оценки риска потенциально опасных объектов;
- провести анализ аварийных ситуаций на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»;
- оценить степень риска возникновения аварии на гидротехническом сооружении ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»;
- рассчитать последствия аварии по сценарию – разрушение основной дамбы золоотвала при существующем уровне заполнения в случае потери устойчивости низового откоса основной дамбы золоотвала в межливневый период.
- рассчитать затраты на ликвидацию аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

1 Литературный обзор

1.1 Техногенная безопасность – определение, причины возникновения, меры по предупреждению

Техногенная безопасность – это состояние защищенности жизненно важных интересов людей, объектов экономики от воздействий и последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Основными причинами возникновения крупных техногенных аварий и катастроф в России являются:

- недопустимо высокий уровень износа основных производственных фондов в энергетике, на транспорте и в промышленности, включая производства повышенного риска;
- низкое качество установленного оборудования, строительно-монтажных и ремонтных работ, низкий уровень эксплуатации энергетических объектов;
- нерациональное размещение производительных сил, приведшее к концентрации производств повышенного риска на небольших площадях вблизи от крупных населенных пунктов [8].

Наметившееся в последние годы уменьшение количества возникающих аварий и катастроф и их последствий в значительной мере связано с принятием соответствующих мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

К этим мерам следует отнести:

- внедрение экономических механизмов, стимулирующих принятие мер по предупреждению аварий и катастроф;
- улучшение взаимодействия ведомственных и межведомственных надзорных органов;

- комплекс организационно-технических мероприятий по развитию системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера;

- совершенствование организационной структуры и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), в том числе ее территориальных и функциональных подсистем, деятельности органов управления РСЧС и более эффективное взаимодействие их с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления [9].

Главной задачей улучшения обеспечения техногенной безопасности в России на сегодняшний день является, прежде всего, возможное снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций в техногенной сфере и ущерба от них.

Взаимосвязанная система условий, запретов, ограничений и других обязательных требований, соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность, сформулирована в Федеральном законе от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Он направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий аварий в случае их возникновения. В нем оговорены предельные количества опасных веществ, наличие которых на опасном производственном объекте является основанием для обязательного декларирования промышленной безопасности объекта. Законом, в частности, предписывается лицензирование ряда видов деятельности, связанных с обеспечением безопасности, разработка декларации промышленной безопасности и страхование риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта. Сфера влияния указанного федерального закона распространяется на

производственные объекты, на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются и уничтожаются определенные виды опасных веществ [10].

Согласно закона РФ № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» выделена категория опасных производственных объектов, к которым относятся предприятия, на которых:

- получаются, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества: воспламеняющиеся газы, окисляющиеся вещества, горючие вещества, взрывчатые вещества, токсичные вещества, вещества представляющие опасность для окружающей природной среды в количествах, превышающих установленные нормы;

- используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 Мпа (0,7 атм.) или при температуре воды более 115 °С;

- используется стационарно установленные грузоподъемные механизмы (канатные дороги, эскалаторы, фуникулеры);

- получаются расплавы черных и цветных металлов и сплавы на их основе;

- ведутся горные выработки, работы в подземных условиях, работы по обогащению полезных ископаемых.

Все эти предприятия подконтрольны Ростехнадзору.

В соответствии с ГОСТ Р22.0.002-94 потенциально опасными называются объекты, на которых используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаро-, взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие угрозу возникновения ЧС. К таким объектам относятся:

- радиационно-опасные промышленные предприятия и объекты;

- ядерно-опасные объекты;

- химически-опасные объекты;

- пожаровзрывоопасные промышленные предприятия;

- гидродинамические опасные объекты;

- биологические опасные предприятия;
- транспортные предприятия;
- объекты, источники электромагнитных излучений;
- объекты полигенной опасности [11].

1.2 Мероприятия и рекомендации по снижению риска аварий на ТЭЦ

Проблема обеспечения безопасности объектов энергетики приобретает повышенную актуальность в России. Дальнейшее развитие энергетических объектов и реализация крупномасштабных проектов повышают риск возникновения природных и техногенных аварий и катастроф, которые могут привести к региональным, национальным и глобальным последствиям. В наши дни ежегодные потери от аварий измеряются тысячами человеческих жизней, а наносимый ими урон на окружающую среду невосполним [12].

В стратегии национальной безопасности Российской Федерации отмечено, что падение научно-технического потенциала, неразвитость законодательной основы природоохранных мероприятий, низкая экологическая культура, ослабление надзора и контроля со стороны государства, отсутствие эффективных правовых и экономических механизмов предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, увеличивают риск катастроф техногенного характера во всех сферах хозяйственной деятельности [13].

Вместе с тем, в настоящее время рассматривается стратегия «приемлемого риска». Принимается такой риск, с которым современное общество ради получения определённых благ в результате своей деятельности, готово мириться.

1.3 Данные об авариях, имевших место на аналогичных объектах

Таблица 1 – Данные об авариях, имевших место на гидротехнических сооружениях, аналогичных ГТС золоотвала ТЭЦ по природно-климатическим условиям, принятым конструктивным решениям и условиям эксплуатации

Наименование и местоположение ГТС, дата аварии	Основные параметры ГТС	Причины и последствия аварии	Основные мероприятия по ликвидации аварии
Золоотвал Назаровской ГРЭС май 1964 г.	Система ГЗУ прямоточная, высота дамб около 4 м	Разрушение дамбы вследствие переполнения золоотвала ТЭЦ талыми водами и начавшегося перелива через гребень дамбы	
Золошлакоотвал Томской ГРЭС-2 1978 г.	Золошлакоотвал пойменного типа, высота дамб до 15м. Объем золы 5 млн.м ³ Владивостокской	Прорыв дамбы в результате перелива через гребень дамбы. Затопление частных огородов	Восстановление дамб с устройством дренажной призмы и экрана с понуром из пленки.
Золошлакоотвал Владивостокской ТЭЦ-2 1983 г.	Золошлакоотвал косогорного типа высотой более 15 м. Объем золы 7 млн.м ³	Прорыв дамбы секции в результате переполнения золошлакоотвала	Перевод ГЗУ на резервную секцию № 2. Ремонт и восстановление прорана с устройством дренажа и шпунтовой стенки
Тирлянское водохранилище Белорецкого комбината Башкортостана 7 августа 1994 г.	Вместимость – 4,96 млн. м ³ , высота плотины – 10 м	Разрушение плотины на участке примыкания земляной плотины с бетонным водосбросом в результате дождевого паводка. Потоком воды разрушены жилые дома и производственные здания, автомобильный и железнодорожные мосты. Погибли люди.	

Продолжение таблицы 1

Золоотвал № 2 Южно-Кузбасской ГРЭС 4 января 2006 г.	Золошлакоотвал пойменного типа. Высота дамбы в месте прорыва 12 м	Прорыв дамбы второго яруса в результате потери статической устойчивости и фильтрационной прочности. Частично подтоплены два жилых дома и восемь хозяйственных строений. Эвакуировано 47 человек, из них восемь детей. Тепловая и электрическая нагрузка на электростанции не снижалась. Ущерб составил 1,83 млн.руб.	Перевод работы ГЗУ на золошлакоотвал № 1. Засыпка прорана. Восстановление дамбы второго яруса. Согласно плану ликвидации аварий: при-влечено 26 единиц авто-тракторной техники ОАО «Кузбассэнерго», из них: четыре экскаватора; 14 самосвалов КАМАЗ; два бульдозера Т-170; три автомобиля БЕЛАЗ; два автобуса; автомобиль высокой проходимости «Парма»
--	--	---	---

На основе анализа вышерассмотренных аварий можно сделать вывод о том, что аварии, происходящие в результате влияния внешних воздействий, не предусмотренных нормативами, весьма редки; еще более редки аварии, происходящие вследствие стихийных бедствий (2 %); наиболее вероятны аварии, происходящие по причине нарушения правил эксплуатации (48 %), некачественного строительства (27 %) и неправильных проектных решений (23 %) [14].

1.4 Возможные источники опасности для ГТС

На рассматриваемом золоотвале наибольшую потенциальную опасность представляет гидродинамическая авария, связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновения чрезвычайной

техногенной ситуации. Гидродинамическая авария начинается с образования пионерного прорана, что может быть вызвано различными видами опасных повреждений и деформаций гидротехнических сооружений и их конструктивных элементов.

Возможные источники опасности для ГТС, которые могут привести к гидродинамической аварии, следующие:

- ошибки при проектировании;
 - отклонения от проектных решений при строительстве и (или) эксплуатации ГТС;
 - нарушения правил безопасности при эксплуатации сооружений;
 - старение материалов (изменение свойств с течением времени);
 - постороннее вмешательство (террористический акт);
 - стихийное бедствие (катастрофические ливни, паводки, землетрясения)
- [15].

2 Объект и методы исследования

2.1 Характеристика предприятия и основных производственных подразделений

Гидротехнические сооружения золоотвала оборотной системы гидрозолоудаления (ГЗУ) ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» расположены на северо-западной окраине г. Юрги, в 2-х км северо-восточнее от площадки ТЭЦ предприятия, на высокой левобережной террасе реки Томь, в логу ручья Березовый лог и предназначены для аккумуляции и очистки сточных вод с ТЭЦ, с последующей подачей их в оборотную систему ГЗУ. Состав гидротехнических сооружений ГТС золоотвала ТЭЦ – золоотвал (емкость, дамбы); золошлакопроводы и водоводы; водозаборные и водосбросные сооружения; нагорная канава, сопряженная с закрытым коллектором; багерная насосная станция и насосная станция осветленной воды. Накопители – золоотвал ТЭЦ. Назначение – очистка (отстаивание) сточной воды в системе гидрозолоудаления ТЭЦ с накоплением (складированием) твердого осадка (зола, шлак), образующегося в процессе сжигания твердого топлива, и возвратом осветленной воды в оборотный цикл. Тип сооружения, количество секций – намывной, овражно-косогорного типа, Первоначально емкость накопителя создана путем перегораживания лога дамбой с восточной стороны. По мере заполнения накопителя для увеличения его емкости отсыпана ограждающая дамба с трех сторон, примыкающая к естественному склону.

Таблица 2 - основные характеристики золоотвала

Дамба золоотвала	Основные характеристики
	Назначение – создание емкости золоотвала. Тип и вид – насыпная, грунтовая, талая, неоднородная (местный суглинистый грунт с прослоями из глыбово-щебенистого материала), с дренажными сооружениями, без противофильтрационных устройств. Годовой выход твердого топлива: проект – 111 тыс. т.; фактически – 42,419 тыс. т. Объем: общий – 2100 тыс. м³ (при отметке гребня дамбы 133,0 м); полезный – 1900 тыс. м³ (при отметке заполнения емкости 132,5 м).
	Отметка гребня: проектная – 133,0 м; фактическая – 132,96÷134,6 м. Максимальная высота: проектная – 17 м; фактическая – около 20 м. Максимальный напор на ограждающее сооружение – около 5 м. Длина по гребню (фактическая) – 2250 м. Ширина по гребню: проектная – 6 м; фактическая – 6÷38 м. Заложение откосов: по проекту – 1:2,5; факт – 1:1,7÷1:2,6. Крепление откосов и гребня: по проекту – песчано-гравелистый грунт толщиной 0,5 м; фактически – отсутствует.
	Конструкция дренажа: по проекту – перфорированные асбестоцементные трубы диаметром 300 мм, в отсыпке из гравия крупностью 20÷40 мм; для осмотра (контроля состояния) и обслуживания дренажных устройств предусмотрены дренажные колодцы.
Система гидротранспорта	Основные характеристики
	Тип – гидравлическая совместная, напорная. Назначение – подача шлака и золы, образующихся при сжигании твердого топлива, в золоотвал.
	Состав: багерная насосная станция – расположена в котельном цехе на территории ТЭЦ; оборудована насосами 8ГР-8Т – 3 шт. (производительность 400 м³/ч, напор 38 м) и 2НФМ-64/20 – 3 шт.; (производительность 64 м³/ч, напор 20 м). золошлакопроводы – выполнены в виде стальных труб диаметром 325 мм (2 нитки, из них 1 раб., 1 резерв.) длиной 1750 м; проложены

Продолжение таблицы 2

	от багерной насосной станции по территории ТЭЦ и над автомобильной дорогой – по эстакаде, под ж/д магистралью – по тоннелю (на металлических подвесах), под насыпью ж/д на карьер и под автодорогой (не действующая) в районе золоотвала – в ж/б кожухе, по дамбе – на лежневых ж/б опорах.
--	---

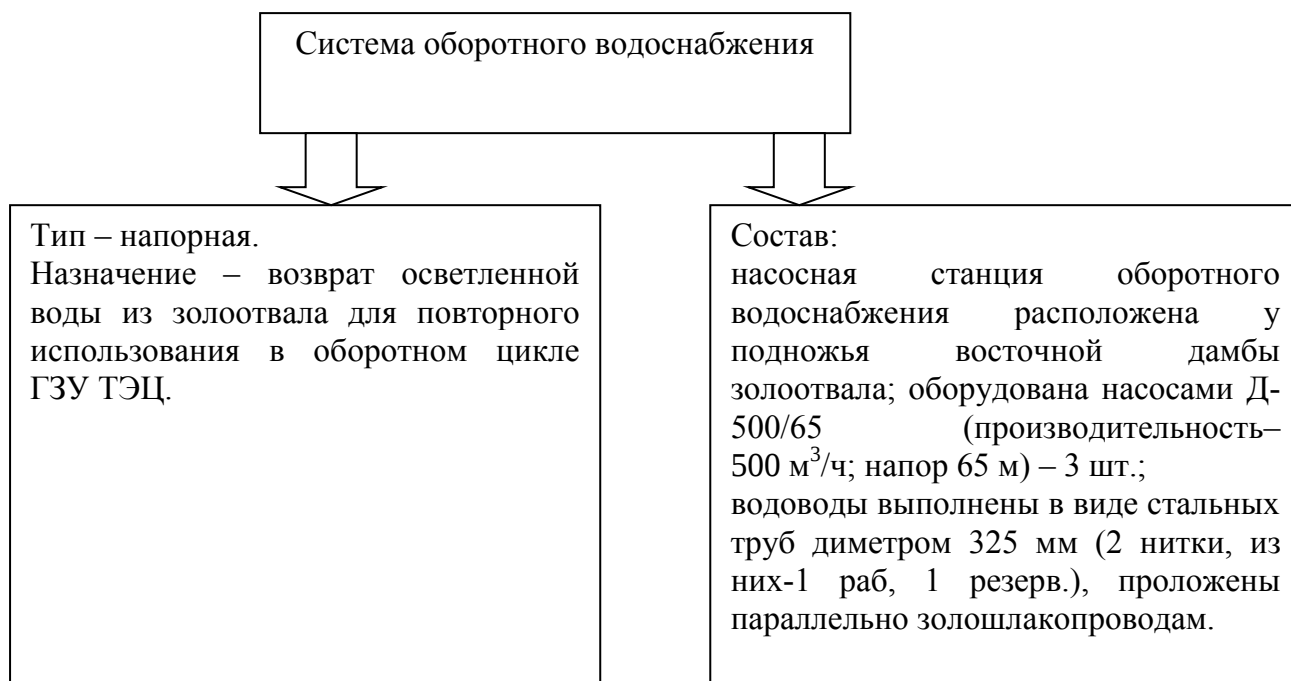


Рисунок 1 – Система оборотного водоснабжения

Для перехвата и отвода ливневых и паводковых вод с прилегающей к золоотвалу территории предусмотрена нагорная канава с южной стороны накопителя. Ее основные параметры (проект): глубина наполнения – 1,9 м; ширина по дну – 1,0 м; заложение откосов – 1:3; крепление откосов и дна – не предусмотрено.

На участке между бывшим шламонакопителем абразивного завода (АБЗ) и рассматриваемым золоотвалом, и далее под автодорогой и насыпью под ж/д на карьер до выпуска в р. Юргинка проектом предусмотрен закрытый коллектор (1 нитка ж/б труб диаметром 1500 мм) для отвода поверхностного стока с устройством по его длине бетонных поворотных и перепадных колодцев.

2.2 Общая характеристика природных условий района расположения ГТС

Природно-климатические условия.

Климат района резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким, относительно жарким летом.

Среднегодовая температура воздуха минус $1,0^{\circ}\text{C}$; абсолютный минимум температуры воздуха (январь) – минус $53,0^{\circ}\text{C}$; абсолютный максимум (июль) – плюс 37°C .

Среднегодовое количество осадков – 615 мм. Средняя высота снежного покрова до 0,83 м.

Господствующее направление ветров – юго-западное. Наибольшая скорость ветра повторяемостью 1 раз в 5 лет – 20 м/с.

Гидрологические условия.

Гидрологическая сеть района представлена рекой Юргинка – левым притоком реки Томь.

Река Юргинка протекает в 300 м от золотвала с восточной его стороны. Русло реки Юргинка извилистое (коэффициент извилистости 1,3), хорошо выраженное; водосборная площадь $7,44 \text{ км}^2$; длина 11,5 км; средняя ширина 0,7 м; средняя глубина 0,08 м; уклон 0,008; расход воды 95% составляет $0,15 \text{ м}^3/\text{с}$; средняя скорость течения 0,07 м/с; среднегодовой сток $4,73 \text{ млн. м}^3$.

Река Томь – правый приток реки Оби бассейна Карского моря, берет начало на западных склонах Абаканского хребта. Устье реки расположено в 65 км ниже г. Томска. Общая длина реки Томи 839 км, протяженность участка реки в пределах Кемеровской области 596 км. Река Томь по характеру водного режима относится большим рекам с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Для режима Томи свойственно не только высокое весеннее половодье, связанное с таянием снега, но и резкие подъемы уровня в периоды обильных дождей в горах. Средний годовой расход реки составляет около $950 \text{ м}^2/\text{с}$; годовой расход 95% обеспеченности $680 \text{ м}^2/\text{с}$; минимальный расход

воды 95% обеспеченности 61,7 м³/с (зимняя межень) и 185 м³/с (летне-осенняя межень).

Гидрогеологические сведения

В гидрогеологическом отношении в пределах рассматриваемой площадки выделены следующие водоносные горизонты:

- в верхней выветрелой зоне пород, на глубине 20÷120 м развиты трещинные воды (мощностью 20÷80 м); воды напорные, в долинах рек воды данного водоносного горизонта дренируют источники с малым дебитом (доли литра в секунду);

- в песчано-галечниковых отложениях на глубине от 6 м до 15 м прослеживается водоносный горизонт со свободной поверхностью (мощностью 1÷6 м).

Кроме того, в процессе эксплуатации ГТС золоотвала ТЭЦ на площадке его расположения развился водоносный горизонт грунтовых вод в естественных глинистых грунтах и техногенных зольных отложениях. Данный водоносный горизонт безнапорный, формируется в результате инфильтрации атмосферных осадков и гидравлической связи с поверхностной технической водой из золоотвала. Разгрузка грунтовых вод осуществляется в местную гидросеть.

Глыбово – щебенистый грунт с заполнителем из гравелистого песка до 50 %; по степени морозоопасности грунт относится к слабопучинистым. Грунты, слагающие восточный участок ограждающей дамбы золоотвала, обладают высокой степенью их водонасыщения. На участке центральной части рассматриваемой дамбы выделена зона с повышенной фильтрационной топографические сведения

Геоморфологически площадка расположения ГТС золоотвала ТЭЦ приурочена к поверхности древней эрозионно-аккумулятивной террасы реки Томи, осложненной глубинными эрозионными врезами долины ручья Березовый лог и его притоками. Северо-восточный склон долины крутой,

противоположный – более пологий. Абсолютные отметки рассматриваемого участка колеблются в пределах 110÷140 м.

В районе расположения ГТС из физико-геологических процессов отмечается просадочность верхней части покровных глинистых отложений и сезонное промерзание грунтов.

В результате разрушения за автодорогой закрытого железобетонного коллектора, в нижнем бьефе восточного участка ограждающей дамбы золоотвала образовался техногенный овраг.

Инженерно-геологические условия.

В геологическом строении площадки расположения золоотвала ТЭЦ принимают участие четвертичные отложения, представленные аллювиальными суглинками (суглинок темно-бурого цвета, от тяжелого до легкого, пылеватый, от тугопластичной до текучепластичной консистенции, с примесью органики), подстилаемыми гравийно-галечниковым грунтом. На отдельных участках в основании восточного участка ограждающей дамбы золоотвала залегает почвенно-растительный слой. По дну лога с поверхности залегает разложившийся торф, мощностью от 0,6 м до 2,05 м, ниже которого залегают иловатые суглинки (суглинки голубовато-серого цвета, влажные и обводненные, от мягкопластичной до текучепластичной консистенции), на отдельных участках с примесью гальки до 10 %.

Площадка золоотвала ТЭЦ расположена на территории, в пределах которой подземные горные работы не проводились и их проведение не планируются.

Геокриологические условия.

Нормативная глубина промерзания грунтов на площадке расположения ГТС – 2,2 м.

Сейсмические условия.

Расчетная интенсивность сейсмических воздействий для района расположения ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» (по пункту – г. Юрга), принятая для средних грунтовых условий составляет 6 баллов по

шкале MSK-64 с 10% вероятностью превышения указанного значения в течение 50 лет [16].

Оползневых и селевых явлений в районе расположения ГТС не наблюдалось.

2.3 Характеристика ГТС и описание условий их эксплуатации

ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» являются сооружениями III класса, предназначены для транспортирования, аккумуляции и очистки сточных вод, образующихся в системе гидрозолоудаления ТЭЦ предприятия, с последующей подачей их в оборотную систему.

В составе ГТС золоотвала ТЭЦ следующие сооружения : золоотвал (ёмкость, ограждающая дамба); золошлакопроводы и водоводы, водозаборные и водосбросные сооружения; нагорная канава, сопряжённая с закрытым коллектором; багерная насосная станция и насосная станция осветлённой воды.

Золоотвал – намывной, овражно-косогорного типа, односекционный; предназначен для очистки сточной воды с ТЭЦ и накопления твёрдого осадка (зола, шлак), образующегося в процессе сжигания твёрдого топлива.

Объём накопителя: общий 2100 тыс.м³ (при отметке гребня дамбы 133,0 м); полезный 1900 тыс. м³ (при отметке заполнения ёмкости 132,5 м). Запас оставшейся вместимости золоотвала при существующем положении ГТС и отметке заполнения накопителя 132,5 м составляет примерно 200 тыс. м³.

В юго-восточной части золоотвала создан пруд (бассейн) осветлённой воды путём отсыпки в его ёмкости разделительной дамбы из шлака.

Ограждающая дамба – насыпная, грунтовая, талая, неоднородная. Насыпной грунт тела восточного участка дамбы представлен двумя разностями – глинистой и крупно-обломочной. Основная часть дамбы представлена суглинком пылеватым, в основном твёрдым и полутвёрдым, значительно реже туго-мягкопластичной консистенции (в основном приурочен к нижней части дамбы), с примесью органики. На контакте гребня дамбы I очереди

наращивания и основания дамбы II очереди наращивания залегает слой гравийно-галечникового грунта. Дамба II очереди наращивания отсыпана на золошлаковое основание; сложена суглинком лессовым, от мягкопластичной до текучей консистенции, высокопористым, с повышенной сжимаемости, с примесью органики. На отдельных участках гребня дамбы II очереди наращивания имеется гравийно-галечниковый грунт. Насыпной грунт упорной призмы со стороны низового откоса восточного участка ограждающей дамбы золоотвала представлен отходами металлургического производства (шлак, остатки металла и облицовочного кирпича), по составу представляющему активность. В качестве дренажных сооружений в теле восточного участка ограждающей дамбы выполнены перфорированные асбестоцементные трубы диаметром 300 мм, в отсыпке из гравия крупностью 20-40 мм. Для осмотра (контроля состояния) и обслуживания дренажных устройств по трассе предусмотрены дренажные колодцы.

В составе ГТС золоотвала ТЭЦ предусмотрены следующие водосбросные и водозаборные сооружения:

- водосбросные колодцы №3 и №4 – колодцы шахтного типа, сопряжённые с трубопроводами (коллекторами), проложенными в теле разделительной дамбы; предназначены для забора воды из ёмкости золоотвала и перетока её в пруд осветлённой воды;

- водосбросный колодец №1 – сборный железобетонный колодец; предназначен на случай аварийного сброса воды из золоотвала в дренажную канаву и далее в поверхностный водоём (р. Юргинка);

- водозаборные трубы – стальные трубы (2 нитки) диаметром 400 мм, проложенные в теле восточной ограждающей дамбы; предусмотрены для забора воды из пруда осветлённой воды в насосную станцию осветлённой воды; на водоприёмных оголовках трубопроводов установлены сороудерживающие решётки с ячейками 80 × 80 мм.

Система гидротранспорта золошлаковой пульпы – гидравлическая, совместная, напорная; предназначена для подачи шлака и золы, образующихся

при сжигании твёрдого топлива на ТЭЦ, в золоотвал. В систему гидротранспорта входят следующие сооружения:

- багерная насосная станция – расположена в котельном цехе на территории ТЭЦ; оборудована насосами 8ГР-8Т - 3 шт. и 2НФМ-64/20 – 3 шт.;
- золошлакопроводы – стальные трубы диаметром 325 мм (2 нитки, из них 1 рабочая, 1 резервная) длиной 2500 м; проложены от багерной насосной станции по территории ТЭЦ и над автомобильной дорогой – по эстакаде, под ж/д магистралью – по тоннелю (на металлических подвесках) над р. Юргинка, под насыпью и автодорогой в районе золоотвала – в ж/б кожухе, по дамбе – на лежневых ж/б опорах.

Система оборотного водоснабжения – напорная, предназначена для возврата осветлённой воды из золоотвала для повторного использования в оборотном цикле ГЗУ ТЭЦ; включает в себя следующие сооружения:

- водоводы – стальные трубы диаметром 325 мм (2 нитки, из них 1 рабочая, 1 резервная); проложены параллельно золошлакопроводам;
- насосная станция оборотного водоснабжения – расположена у подножия восточной дамбы золоотвала; выполнена из сборных железобетонных конструкций с полуподземной частью; оборудована насосами Д-500/65 (производительность 500 м³/ч; напор 65 м) - 3 шт.; автоматизирована (насосное оборудование эксплуатируется без обслуживающего персонала – на ГШУ ТЭЦ по кабелю связи вынесен светозвуковой сигнал «Неисправность в насосной станции»).

Для перехвата и отвода ливневых и паводковых вод с прилегающей к золоотвалу территории предусмотрена нагорная канава с южной стороны накопителя, сопряжённая с закрытым коллектором (1 нитка ж/б труб диаметром 1500 мм, с устройством по длине сооружения бетонных поворотных и перепадных колодцев) с выпуском в р. Юргинка.

В соответствии с СП 58.13330.2012, ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» являются сооружениями III класса [17].

Технология эксплуатации ГТС

Золошлаковая пульпа, образующихся при сжигании твёрдого топлива на ТЭЦ, по золошлакопроводам, проложенным от багерной насосной станции (территория ТЭЦ), сбрасывается в золоотвал. Пройдя частичное осветление, вода из золоотвала через водосбросный колодец поступает в пруд осветлённой воды, откуда затем трубопроводами забирается в насосную станцию и далее по водоводам возвращается в оборотный цикл ГЗУ ТЭЦ.

По результатам инженерно – геологических изысканий [18] отходы, накопленные в ёмкости рассматриваемого золоотвала, представляют собой золу рыхлую, повышенной сжимаемости, насыщенную водой; по гранулометрическому составу – песок пылеватый. Согласно результатам биотестирования, золошлаковые отходы не оказывают токсического действия; класс опасности отходов – V (пятый) [19].

2.4 Информация о ГТС, входящих в комплекс обследуемого ГТС

ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» эксплуатируются в замкнутом цикле оборотного технологического водоснабжения.

Транспортировка золы и шлака в багерную насосную станцию внутри ТЭЦ осуществляется по каналам ГЗУ с помощью смывных сопел; от багерной в золоотвал пульпа транспортируется по двум нитям магистрального золошлакопровода. Сброс пульпы в ёмкость золоотвала осуществляется рассредоточено – по периметру ограждающей дамбы. На золошлакопроводах принята система рабочих выпусков, работающих поочередно по мере намыва пляжа. В зимнее время сброс пульпы в золоотвал – сосредоточенный, с укладкой золошлакового материала под лед.

Пройдя частичное осветление, вода из золоотвала через водосбросные колодцы №3 и №4 поступает в пруд осветленной воды, откуда трубопроводами забирается в автоматизированную насосную станцию [20] осветленной воды и далее по двум водоводам возвращается в оборотный цикл ГЗУ ТЭЦ для повторного использования.

Емкость золоотвала практически замята золошлаковыми отложениями до проектной отметки. В связи с чем, для создания свободной емкости (запаса вместимости) в накопителе с целью дальнейшей его эксплуатации с 2010 года, производят экскаватором разработку (выемку) золошлаков из емкости золоотвала и их транспортирование КамАЗами на специально отведенный для этих целей земельный участок (за нагорной канавой с южной стороны накопителя). Объем вынимаемого из золоотвала золошлакового материала 80 - 100 м³/день.

2.5 Характеристика оборудования, используемого при сжигании твёрдого топлива

Для сжигания твердого топлива используются следующие котлоагрегаты:

- Котлы I очереди (№1, №2, №3): количество – 3 шт., марка – Саймон - Карвес (Англия), год выпуска – 1944, паропроизводительность – 120 т/ч, давление пара – 33 кгс/см², температура пара – 420 °С, устройства размола угля – молотковые мельницы типа ММТ 1300/1310 в количестве 4 шт., золоуловители – тип "батареяный циклон" в количестве 2 шт. на каждый котел;

- Котел II очереди (№5): количество – 1 шт., марка – БКЗ-220-100ЖШ, год выпуска – 1968, реконструирован в 2005-2008 гг., паропроизводительность – 250 т/ч, давление пара – 100 кгс/см², температура пара – 540 °С, устройства размола угля – молотковые мельницы типа ММТ 1300/2564 в количестве 4 шт., золоуловители – электрофильтр типа ПГДС-50-3 в количестве 1 шт.[21].

2.6 Химический состав золошлаковых материалов

Согласно принятой технологии эксплуатации ГТС золоотвала ТЭЦ сброс сточных вод с накопителя в поверхностные водотоки не предусмотрен (ГТС эксплуатируются в замкнутом цикле оборотного водоснабжения). За

прошедший год в емкость золоотвала поступило 75,4 тыс. м³ золошлаковой пульпы. Со стороны северного склона в емкость золоотвала поступает поверхностный сток. В верховье золоотвала производится складирование отходов (зола мазутная от топочных установок, осадки очистных сооружений гальванических сточных вод после электрокоагуляции), вывозимых автомашинами с территории предприятия института в объеме не более 2,4 тыс. т/год.

Класс опасности складироваемых отходов (золошлак) – V (пятый) [10] – практически не опасны; золошлаковые отходы, представляющие собой золу рыхлую, повышенной сжимаемости, насыщенную водой (по гранулометрическому составу – песок пылеватый), не оказывают токсического действия.

2.7 Тип грунтов основания ГТС, сведения о материалах и параметрах основных элементов ГТС, длина, ширина ГТС по гребню, максимальная строительная высота, тип дренажа и откосов ГТС, максимальная водопропускная способность ГТС

Тип грунтов основания – естественный грунт основания дамбы золоотвала представлен суглинком аллювиальным, пылеватым, от тяжелого до легкого, с примесью органики, от твердой до тугопластичной консистенции.

Сведения о материалах и параметрах основных элементов ГТС.

Ограждающая дамба – земляная насыпная, талая, неоднородная. Насыпной грунт тела восточного участка дамбы представлен двумя разностями – глинистой и крупно-обломочной. Тело восточного участка ограждающей дамбы выполнено из местного суглинистого грунта с примесью органики, а также прослоями (на контакте дамб наращивания) из гравийно-галечникового грунта. На контакте гребня дамбы I очереди наращивания и основания дамбы II очереди наращивания залегает слой гравийно-галечникового грунта. Дамба II очереди наращивания отсыпана на золошлаковое основание (намывной пляж);

сложена суглинком с примесью органики. На отдельных участках гребня дамбы II очереди наращивания имеется гравийно-галечниковый грунт. Насыпной грунт упорной призмы со стороны низового откоса восточного участка ограждающей дамбы золоотвала представлен отходами металлургического производства (шлак, остатки металла и облицовочного кирпича). На участке центральной части восточного участка ограждающей дамбы выделена зона с повышенной фильтрационной активностью. Южный и западный участки ограждающей дамбы выполнены суглинком полутвердым с отсыпкой по поверхности дамб ярусов наращивания песчано-гравелистого грунта мощностью $0,3 \div 1,8$ м, имеющего неоднородное строение и малую степень водонасыщения. Основные параметры ограждающей дамбы золоотвала: отметка гребня – $132,98 \div 135,38$ м (проект. – $133,0$ м); максимальная высота – около 20 м (проект. – 17 м); длина по гребню – 2250 м; ширина по гребню – $10 \div 40$ м (по проекту – 6 м); заложение откосов – $1:1,7 \div 1:2,6$ (проект. – $1:2,5$). Крепление гребня и откосов проектом предусмотрено песчано-гравелистым грунтом ($t = 0,5$ м); фактически – отсутствует. В качестве дренажных сооружений в теле ограждающей дамбы I очереди выполнено устройство песчано-галечникового тьюфяка; а также скрытого дренажа из щебня в гравийной оболочке по длине сооружения. В качестве дренажных сооружений в теле восточного участка ограждающей дамбы II очереди выполнены перфорированные асбестоцементные трубы диаметром 300 мм, в отсыпке из гравия крупностью $20 \div 40$ мм. Для осмотра (контроля состояния) и обслуживания дренажных устройств по трассе предусмотрены дренажные смотровые колодцы. В настоящее время дренажная система находится в частично неработоспособном состоянии. Противофильтрационные устройства проектом не предусмотрены и фактически отсутствуют.

Максимальная водопропускная способность ГТС – напорное ГТС (дамба) для пропуска воды не предназначено; пропускная способность каждого из водосбросных колодцев системы возврата осветленной воды составляет $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

2.8 Общие меры по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС

В качестве организационных мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС предусмотрены:

- контроль состояния безопасности ГТС и их воздействия на окружающую среду;
- повышение квалификации специалистов и рабочих, занимающихся эксплуатацией декларируемых ГТС;
- проведение инструктажа по ТБ и проверка знания инструкций по соответствующим профессиям у эксплуатационного персонала;
- назначение комиссии по оценке готовности ГТС к эксплуатации в весенне-летний и осенне-зимний период;
- организационные мероприятия, разрабатываемые по результатам экспертных обследований, осмотров ГТС комиссией специалистов предприятия, а также согласно предписаниям органов надзора.

В качестве технических мероприятий по повышению надежности [22] и безопасности ГТС предусмотрены:

- плановые и текущие ремонтные работы ГТС и технологического оборудования в соответствии с ежегодно составляемым графиком;
- технические мероприятия [23] по результатам экспертных обследований, осмотров ГТС комиссией специалистов предприятия, а также согласно предписаниям органов надзора.

2.9 Исходные данные предприятия для расчёта вероятного вреда от гидродинамической аварии

Основные параметры и характеристики:

- Н (м) – глубина слоя потока, вытекающего через размываемый проран;

- y_{Max} (м) – максимальная (расчетная) глубина прорана;
- V (м³) - объем воды и неконсолидированных отложений в шламонакопителе;
- F (м³) – площадь зеркала воды в шламонакопителе;
- l_0 (м) – ширина гребня грунтового ограждающего сооружения в расчетном сечении до начала аварии;
- $m_{отк}$ (м/м) - заложение верхового откоса грунтового ограждающего сооружения
- $n_{отк}$ (м/м) – заложение низового откоса грунтового ограждающего сооружения;
- $\rho_{ж}$ (м) – плотность жидкости в слое с неоднородным составом;
- ρ_s (т/м³) – плотность частиц грунта тела грунтового ограждающего сооружения;
- ρ_d (т/м³) – средняя плотность сухого грунта тела грунтового ограждающего сооружения;
- d (м) – средневзвешенный диаметр частиц размываемого грунта;
- Z_0^{yBB} (м) – абсолютная отметка уровня воды в накопителе на начало аварии;
- Z_0^r (м) – абсолютная отметка гребня дамбы (плотины) в расчетном сечении в начале аварии;
- $Z_{ппр}$ (м) – абсолютная отметка плоскости предельного размыва;
- $Z_{овб}$ (м) – абсолютная отметка основания дамбы (плотины) со стороны верхового откоса;
- $Z_{онб}$ (м) – абсолютная отметка основания дамбы (плотины) со стороны низового откоса;
- $Z_{гд}$ (м) – абсолютная отметка гребня дамбы;
- Z_B (м) – абсолютная отметка гребня волны.

Таблица 3 – Исходные данные для расчёта разрушения дамбы
ЗОЛОТВАЛА

Обозначение	Значение, м.	Обозначение	Ед. изм.	Значение	Обозначение	Ед. изм.	Значение
$Z_{ГД}$	133,28	$m_{отк}$	-	1,7	ρ_d	т/м ³	2,02
Z_B	132,30	$n_{отк}$	-	1,9	ρ_S	т/м ³	3,02
$Z_{ОНБ}$	121,10	l_0	м	10	$\rho_{ж}$	т/м ³	1,00
$Z_{ОВБ}$	121,10	F	м ²	159908	d	мм	0,004

3 Расчёты и аналитика

3.1 Оценка степени опасности аварии ГТС

Оценка опасности аварии ГТС золоотвала ТЭЦ выполнена путём анализа вероятных последствий, которые могут возникнуть в результате разрушения напорных гидротехнических сооружений, эксплуатируемых ООО «Юргинский машзавод». С этой целью для выполнения данного расчёта будут определены:

-границы зоны затопления в случае гидродинамической аварии, продолжительность образования и размеры прорана в дамбе; расход и объём потока, истекающего по мере размыва прорана; высота и скорость волны прорыва в зоне возможного затопления и при движении излившегося потока по трассе растекания.

3.2. Повреждения и деформации ГТС и их конструктивных элементов, способные вызвать аварию, возможные причины их возникновения. Выбор сценариев аварии, сечений и образования прорана и трассы распространения потока.

При аварии ГТС происходит образование пионерного прорана, через который вытекают вода и неконсолидированные отложения (шлам) из отстойника на местность, прилегающую к нижнему бьефу.

Образование пионерного прорана в теле основной дамбы может быть вызвано различными видами опасных повреждений и деформаций ГТС [24] и их конструктивных элементов. Для ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» виды возможных опасных повреждений [25], способных привести к гидродинамической аварии приведены на рисунке 3

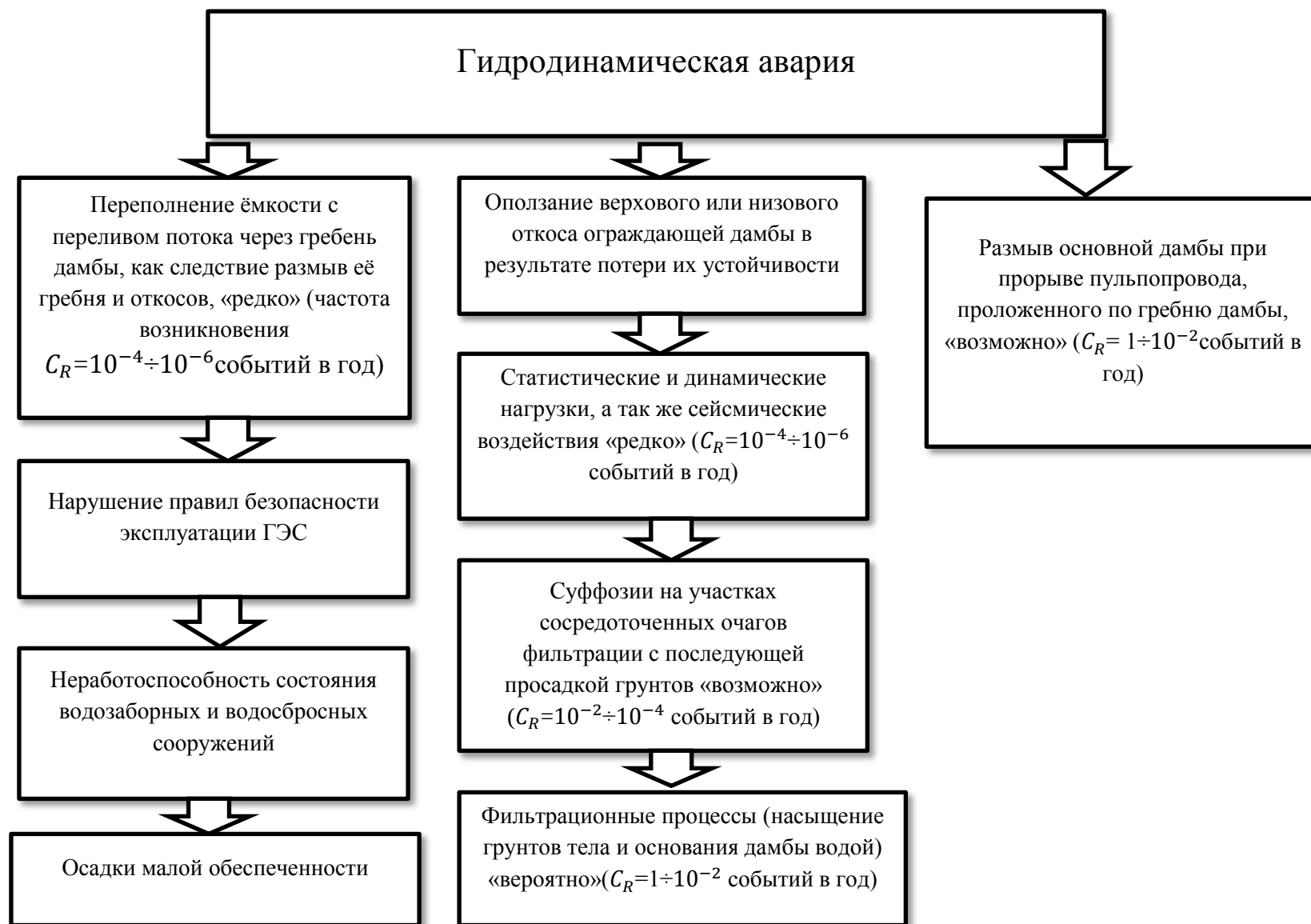


Рисунок 2 – виды возможных опасных повреждений, способных привести к гидродинамической аварии

где C_R – частота возникновения событий в год.

Причины, приводящие к перечисленным выше опасным повреждениям и деформациям ГТС золоотвала ТЭЦ и их конструктивных элементов, в результате которых может произойти авария, следующие:

- отклонения от проектных решений при строительстве и (или) эксплуатации;
- нарушения правил безопасности при эксплуатации сооружений;
- постороннее вмешательство (террористический акт);
- стихийное бедствие (катастрофические ливни, паводки, землетрясения).

С учётом возможных причин возникновения гидродинамической аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод», которые определены выше, в таблице 4 приняты следующие сценарии развития гидродинамической аварии:

Таблица 4 – Сценарии развития гидродинамической аварии

Сценарии развития гидродинамической аварии	Причины аварии
Сценарий №1	- прорыв напорного фронта в сечении I-I, ослабленном коллектором сборного железобетонного колодца, в результате контактной фильтрации.
Сценарий №2	- разрушение (проран) основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка, при одновременном возникновении следующих событий: - неработоспособное состояние (засорение, заиливание) сооружений для отвода поверхностного стока от золоотвала; - засорение водоприёмной части коллектора осветлённой воды или неисправного состояния его задвижки; - бездействие эксплуатационного персонала (непринятие мер по снижению уровня воды в накопителе).
Сценарий №3	- прорыв напорного фронта (дамбы) в результате оползня или оплывания низового откоса в меженный период с последующим попаданием потока в р. Юргинка.

Продолжение таблицы 4

Сценарий №4	- прорыв напорного фронта (дамбы) в сечении IV-IV ,которое ослаблено стальными трубами диаметром 400 мм, предусмотренными для забора воды из пруда осветлённой воды в насосную станцию, вдоль которых возможна контактная фильтрация
Сценарий №5	– прорыв пульпопровода, проложенного по гребню основной дамбы и, как следствие, её размыв.

Расчёт зоны возможного затопления проведён для сценария наиболее вероятной аварии - прорыв напорного фронта (дамбы) в результате оползня или оплывания низового откоса дамбы в меженный период.

Процесс развития рассматриваемого сценария гидродинамической аварии, связанной с разрушением (прораном) основной дамбы золоотвала условно можно разделить на этапы:

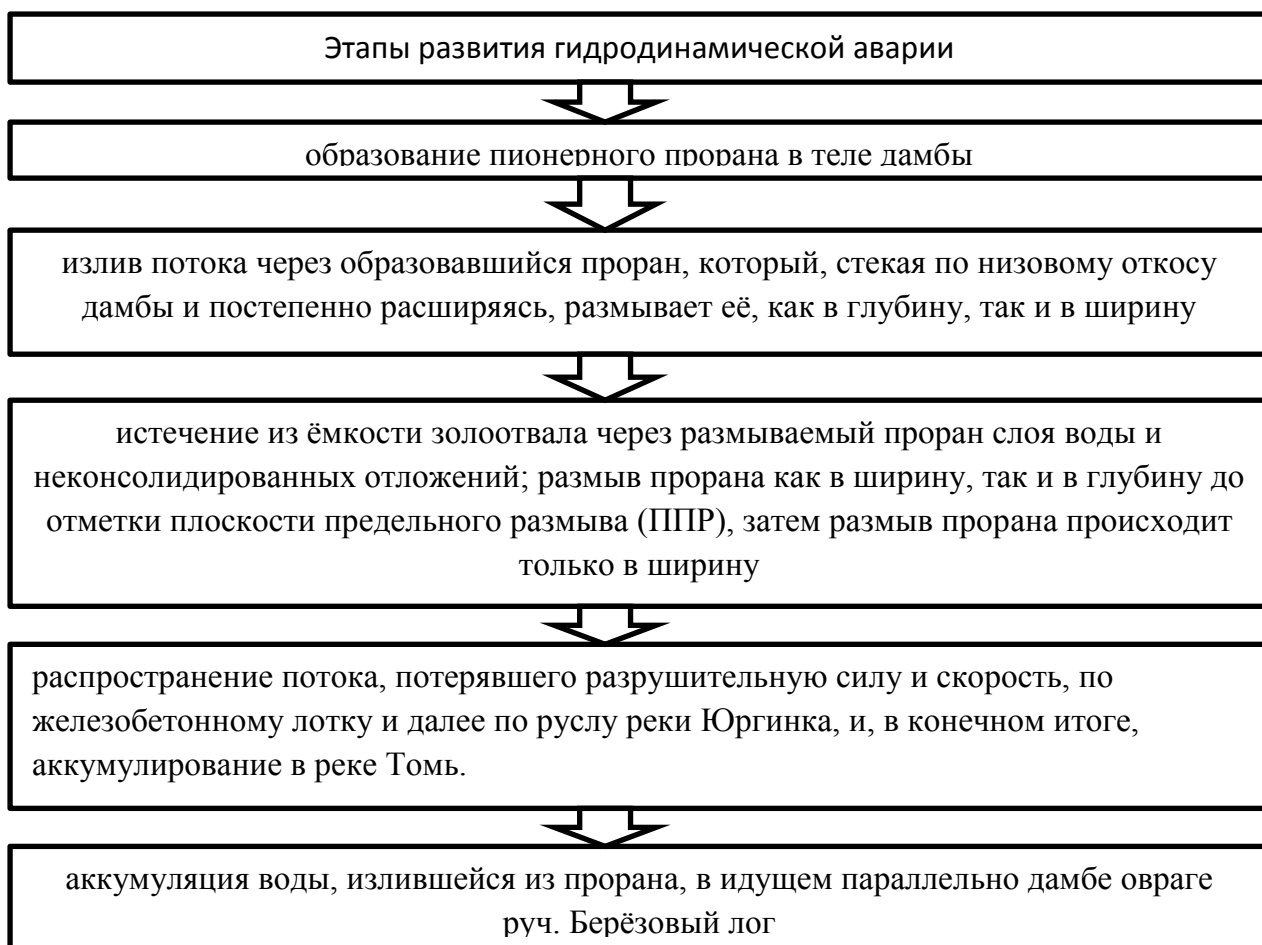


Рисунок 3 – Этапы развития гидродинамической аварии

3.3 Результаты расчёта и описание аварии по принятому сценарию

3.3.1 Расчёт зон затопления при гидродинамической аварии по сценарию – разрушение основной дамбы золоотвала при существующем уровне заполнения в случае потери устойчивости низового откоса основной дамбы золоотвала в меженный период

Расчёт зоны возможного затопления проведён в соответствии с «Методикой расчёта зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий» (РД 09-391-00) [26].

В момент разрушения дамбы отметка дна прорана будет равна отметке плоскости предельного размыва $Z_{ппр} = 126,36$ м. Глубина и расход потока в проране будут иметь следующие значения: $h_i = 4,43$ м; $Q_i = 69,27$ м³/с. Ширина прорана составит $b_i = 5,41$ м. Удельный расход потока в проране составит $q_i = 12,80$ (м³/с)/м. Далее размыв тела дамбы будет происходить только в ширину.

Через $T \approx 50$ мин от начала аварии дальнейший размыв прорана прекратится, его ширина достигнет своего максимума: $b_{max} = 9,72$ м. Глубина и расход потока в проране, объём потока, вытекшего через проран будут иметь следующие расчётные значения: $h_i = 3,11$ м; $Q_i = 73,25$ м³/с; $q_i = 7,54$ (м³/с)/м; $V_i \approx 209,3$ тыс.м³.

Значение нормальной глубины потока рассчитывается по формуле:

$$h_0 = \sqrt{2 \frac{b_{max} + h_i}{m_{отк} + n_{отк}}}, \text{ м} \quad (1)$$

Для определения формы свободной поверхности потока необходимо сравнить величину нормальной глубины h_0 с критической глубиной $h_{кр}$ и значение уклона внешнего откоса дамбы $i_{в0}$ со значением критического уклона $i_{кр}$.

Определяем критическую глубину потока по формуле:

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{aQ_{max}^2}{gb^2}}, \text{м} \quad (2)$$

где a – коэффициент кинетической энергии, равен 1,1

g - ускорение силы тяжести ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$)

Нормальная глубина h_0 потока вычисляется в процессе итерационной процедуры (подбором) по значению модуля расхода K_0 :

$$K_0 = \frac{q}{\sqrt{i_{BO}}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

$$i_{BO} = \frac{1}{n_{отк}} \quad (4)$$

Задавая различные значения h , определяем характеристики потока:

площадь сечения - ω_0

$$\omega_0 = b \cdot h, \text{ м}^2 \quad (5)$$

смоченный периметр потока X_i :

$$X_i = b + 2h_i, \text{ м} \quad (6)$$

гидравлический радиус R_0 :

$$R_0 = \frac{\omega_0}{X_i}, \text{ м} \quad (7)$$

коэффициент Шези:

$$C_0 = \frac{1}{n} \cdot R_0^{1/6},$$

где n – коэффициент шероховатости, равен 0,025

Значение расчётного модуля расхода K_r :

$$K_r = \omega_0 \cdot C_0 \cdot \sqrt{R_0}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8)$$

$$K_r = 40b_{max}h_1^3 \sqrt{\left(\frac{b_{max} \cdot h_1}{b_{max} + 2h_1}\right)^2}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (9)$$

Определяем величину критического уклона:

$$i_{кр} = \frac{g \cdot x_{кр}}{a \cdot C_{кр}^2 \cdot b_{max}} \quad (10)$$

$$X_{кр} = b + 2h_{кр}, \text{ м} \quad (11)$$

$$C_{кр} = \frac{1}{n} \cdot R_{кр}^{1/6} \quad (12)$$

$$R_{кр} = \frac{\omega_{кр}}{x_{кр}} \quad (13)$$

$$\omega_{кр} = b_{max} \cdot h_{кр} \quad (14)$$

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{a \cdot Q_{max}^2}{g \cdot b^2}} \quad (15)$$

$$K_{кр} = \omega_{кр} \cdot C_{кр} \cdot \sqrt{R_{кр}} \quad (16)$$

$$i_{кр} = 5,57 \cdot 10^{-3} \sqrt[3]{\frac{(b_{max} + 2h_{кр}^4)}{b_{max} \cdot h_{кр}}} \quad (17)$$

Определение скорости и глубины потока.

Рассчитаем глубину потока у подошвы откоса

$$Q = mb_1 \cdot H_1^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2g}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (18)$$

где m – коэффициент водослива = 0,31

q – удельный расход потока в проране, (м³/с)/м

H – высота слоя жидкости и неконсолидированных отходов, (м)

$$q = \frac{Q}{b} = 1,373 H^{3/2} \quad (19)$$

$h_{ср}$ – среднее значение глубины потока

$$h_{ср} = \frac{h_{max} + h_{min}}{2} \quad (20)$$

Длина откоса, на который устанавливается нормальная глубина, рассчитывается по формуле:

$$\bar{J}_1 = 45^3 \sqrt{h_{ср}} \left(\frac{b_{ср1}}{b_{ср1} + 2h_{ср1}} \right)^4 \quad (21)$$

$\varphi(\eta_1)$ и $\varphi(\eta_0)$ – функции относительной глубины (приложение №2 РД 09-391-00);

η_1, η_0 – относительная глубина.

$$\eta_1 = \frac{h_{\max 1}}{h_1}; \eta_0 = \frac{h_{\max 2}}{h_2} \quad (22)$$

$\omega = b_{\max} \cdot h_{\max}$ – максимальная площадь сечения

$$X = 3,14 - \frac{2,8}{\frac{b_{\text{ср } 1}}{h_{\text{ср } 1}} + 2} \quad (23)$$

$$h_2 = \frac{L_0}{\{(\eta_1 - \eta_0)(1 - J_L)[\varphi(\eta_1) - \varphi(\eta_0)]\}} \text{ – глубина потока у подошвы откоса} \quad (24)$$

$$U_2 = \frac{q_{\max}}{h_2} \text{ – скорость потока в сечении у подошвы откоса дамбы} \quad (25)$$

Таблица 5 – Расчёт параметров потока у подошвы низового откоса дамбы золоотвала

Обозначение	Ед. измерения	Значение
$n_{\text{отк}}$	-	1,9
$i_{\text{ВО}}$	-	0,526
$b_{\text{МАХ}}$	м	9,72
$Z_{\text{ОНБ}}$	м	121,1
$Z_{\text{дна прорана}}$	м	126,36
$L_{\text{отк}}$	м	12,141
q	м ³ /с/м	12,8
Q	м ³ /с	73,25
b_1	м	5,41
h_1	м	4,43
Расчёт значения h_0		
K_0	м ³ /с	128,94
h_0	м	0,814
ω_0	м ²	4,405
R_0	-	0,626
C_0	м ^{1/2} /с	36,995
K_r	м ³ /с	128,94
Расчёт значений h_k, i_k		
aQ^2/g	-	537,6977
h_k	м	2,639
ω_k	м ²	14,275
X_k	м	10,687
R_k	-	1,336
C_k	м ^{1/2} /с	41,977
K_k	м ³ /с	692,541
i_k	-	0,009

Продолжение таблицы 5

Расчёт значений h_2 и U_2		
h_{Max}	м	4,43
h_{Min}	м	0,814
h	м	2,622
ω	$м^2$	14,186
$\bar{J}_1$	$м^{4/3}$	25,138
η_1	-	5,783
η_0	-	1
$\varphi(\eta_1)$	-	0,0005
$\varphi(\eta_0)$	-	1,318
U_2	м/с	2,42
Расчётные максимальные параметры потока у подошвы низового откоса		
Q_{MAX}	$м^3/с$	73,25
b_{Max}	м	9,72
h_2^{Max}	м	0,538
U_2^{Max}	м/с	14,01

Поток, излившись из золоотвала, непосредственно попадает в овраг и далее – в реку Юргинка, распространяясь по её руслу и долине до впадения в реку Томь.

Гидродинамическая авария будет иметь следующие параметры:

- максимальный расход потока $Q_{max} = 73.25 \text{ м}^3/\text{с}$
- объём излившейся из ёмкости золоотвала воды $V_{max} = 209,3 \text{ тыс. м}^3$
- расчётное время размыва прорана в теле плотины = 9 час.
- площадь возможного затопления $F_{зат} = 76,7 \text{ тыс. м}^2$

Приближенная оценка тяжести последствий аварии ГТС при прорыве напорного фронта наряду с условиями в нижнем бьефе гидроузла (плотность заселения, инженерные сооружения, коммуникации и т.д.) произведена по значению потенциальной энергии воды в водохранилище по шкале балльности разрушений [25]. При этом используется формула логарифмического вида, связывающая величину баллов с удельной энергией потока:

$$B = 2 \lg(0,5 \cdot \rho \cdot H \cdot V^2) \quad (26)$$

где B – степень возможных разрушений в баллах,

$(0,5 \cdot \rho \cdot H \cdot V^2)$ – удельная энергия потока (рассматриваются значения $P > 1$);

ρ – плотность жидкости (для воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$);

H – глубина потока (м),

V – модуль скорости течения (м/с).

Максимальный расход потока на этом участке его трассы растекания определён с учётом паводка расчётной обеспеченности [27] 0,5 % и оценивается величиной $\approx 73,25 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблица 6 – Расчётные значения параметров потока, характеризующих его движение по трассе растекания от плотины золоотвала до реки Томь

Створ	Расстояние от створа до прорана $L^{**}, \text{м}$	Расход, $\text{м}^3/\text{с}$	Высота $h_i, \text{м}$	Скорость $U_i, \text{м/с}$	Отметка горизонта воды $Z_{ГВи}, \text{м}$	Степень возможных разрушений $B_{\text{разруш}}, \text{балл}$
1	проран	73,25	3,11	2,42	132,30	5,4
2	подошва откоса		0,538	14,01	126,90	6,9
3	536		0,62	4,35	107,12	5,8
4	736		1,09	5,93	105,59	6,3
5	961		0,81	5,32	103,31	6,1
6	1291		0,85	5,59	102,35	6,1
7	1666		0,49	4,21	100,49	6,6
8	2046		0,60	4,91	100,1	5,9

3.4 Результаты оценки последствий аварии ГТС

Результаты выполненной оценки возможных последствий аварии ГТС

золоотвала по рассмотренным сценариям её возникновения сведены в таблицу.

Таблица 7 – Результаты выполненной оценки

Наименование показателя (обозначение, ед. измерения)	Сценарий
	№3
1.Вероятность возникновения	возможно
2.Частота возникновения (C_R , событий в год)	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-2}$
3.Объём излившегося потока (V_{MAX} , тыс.м ³)	209,252
4.Масса взвешенных веществ (M_{MAX} , тонн)	165,8
5.Социальные потери	
а) общее число потерь днём (Z_N , человек), в том числе	0
-безвозвратные ($Z_{Л1}$, человек)	0
-возвратные ($Z_{Л2}$, человек)	1
б) общее число потерь ночью (Z_N , человек),	0
-безвозвратные ($Z_{Л1}$, человек)	0
-возвратные ($Z_{Л2}$, человек)	0
6. Суммарные показатели воздействия волны прорыва на окружающую среду	
а) на поверхностные воды ($Z_{П}^B$)	9,5
б) на грунтовые воды ($Z_{П}^{ГВ}$)	0
в) на почвы ($Z_{П}^П$)	2

3.5 Оценка степени риска

Для оценки степени риска возникновения аварии, необходимой для определения суммы страхового тарифа, использован метод интегральной оценки степени опасности аварии и степени уязвимости ГТС.

Оценка произведена в соответствии с требованиями «Методических рекомендаций по оценке риска аварий гидротехнических сооружений водохранилищ и накопителей промышленных отходов» [28], на основании экспертного анализа степени опасности аварии и степени уязвимости сооружений.

Степень риска аварии оценена по принципу пересечения этих событий и количественно выражена коэффициентом риска аварии $R_a = X \cdot y$. Физический смысл этого коэффициента состоит в том, что он представляет собой долю от риска, который имеет место на ГТС при наиболее неблагоприятном сочетании показателей опасности и уязвимости.

Состояние ГТС характеризуют три группы факторов:

1.Влияние окружающей среды, природных процессов.

2.Конструктивные особенности и фактическое состояние сооружений.

3.Размер вероятного вреда в случае возникновения аварии.

Применительно к опасным природным и техногенным процессам, понятия «опасность» и «риск» характеризуют возможные воздействия на объект, а «уязвимость» - его реакцию на эти воздействия.

Опасность – это процессы, протекающие в сооружениях и зоне их влияния, представляющие угрозу для жизни или условий жизнедеятельности людей, промышленных объектов или окружающей среды. Уязвимость – свойство объекта терять способность выполнения естественных или заданных функций в результате негативных воздействий. Риск аварии - вероятностная мера опасности, установленная для ГТС определенной уязвимости в виде возможных потерь.

Оценка риска основана на результатах контроля и анализа факторов безопасности, наиболее существенных для данного сооружения, и условий его эксплуатации. Факторы безопасности – количественные и качественные характеристики состояния сооружения, природных воздействий и ожидаемого ущерба от аварии или разрушения ГТС. Оценка суммарного риска – комплексная характеристика, позволяющая произвести сравнительный анализ ситуации с позиций возможных потерь для рассматриваемых объектов.

3.5.1 Интегральная оценка риска аварий ГТС

Опасность аварии гидротехнического сооружения определяют следующие показатели: опасность превышения принятых при обосновании конструкции сооружения природных нагрузок и воздействий; обоснованность и соответствие проектных решений современным нормативным требованиям; соответствие проекту конструкции, свойств материалов сооружения и его основания, условий эксплуатации; возможные последствия и размер вероятного вреда в случае возникновения аварии на ГТС. Интегральная количественная оценка опасности напорного фронта ГТС водохранилищ и накопителей

промышленных отходов, включая размер вероятного вреда при аварии и образовании волны прорыва, характеризуется коэффициентом опасности X , который представляет собой долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной обстановки (сочетания показателей опасности) на объекте. При наиболее неблагоприятном сочетании уровней показателей опасности $X = 1$, в остальных случаях коэффициент опасности находится в пределах $0 < X < 1$.

Коэффициент опасности рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \sum_{i=1}^4 \delta_i \cdot \alpha_i \cdot \lambda_0, \quad (27)$$

где δ_i – коэффициент значимости i -го показателя опасности,

α_i – значение кода i -го показателя опасности,

λ_0 – нормирующий множитель.

Анализ показателей, характеризующих опасность аварии ГТС золоотвала, приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка опасности аварии ГТС золоотвала

Факторы и отличительные признаки, по которым установлена степень опасности	Степень опасности	Код
Опасность превышения природных нагрузок и воздействий (показатель № 1)		
Данные натурных наблюдений за период эксплуатации ГТС – опасное превышение природных воздействий маловероятно	малая	1
Соответствие проектных решений современным нормативным требованиям (показатель № 2)		
Достаточность оснащения КИА, обоснованность в соответствии с современным нормативным требованиям применявшихся расчетных методов; достаточность инженерно-геологических изысканий при проектировании – не в полной мере соответствует установленным требованиям: состояние водомерной рейки не удовлетворяет нормативным требованиям (п. 8.14 ПБ 03-438-02), отсутствие пьезометров и поверхностных марок, предусмотренных проектом на восточном участке ограждающей дамбы (пп. 5.2 и 11.9 ПБ 03-438-02; п.3.1.28 СО 153-34.20.501-2003).	малая	1

Продолжение таблицы 8

Соответствие проекту конструкции и условий эксплуатации (показатель № 3)		
Наличие изменений конструктивных и компоновочных решений, режима эксплуатации: фактические отметки гребня ограждающей дамбы золоотвала составляют 132,96÷134,6 м при проектной 133,0 м; отсутствует предусмотренное проектом крепление гребня и откосов дамбы песчано-гравелистым грунтом; обнаружены следы оползания низового откоса, трещины по гребню дамбы; дренажная система, предусмотренная в теле восточного участка ограждающей дамбы, находится в неработоспособном состоянии.	средняя	2
Возможные последствия аварии (показатель № 4)		
Количество пострадавших людей и людей, у которых будут нарушены условия жизнедеятельности; зона распространения поражающих факторов и возможный размер вероятного вреда – в зоне возможного затопления по любому из рассмотренных сценариев могут оказаться люди из числа жителей г. Юрги и обслуживающего персонала ТЭЦ золоотвала общим количеством не более 5 человек; в зону возможного затопления не попадают какие-либо объекты, принадлежащие физическим лицам из числа населения, а также другие объекты гражданского, промышленного и иного назначения; в случае возможной гидродинамической аварии возможно загрязнение окружающей природной среды (поверхностного водного объекта, земель в зоне возможного затопления), ущерб биоресурсам воды и суши; границы зоны распространения поражающих факторов при любом сценарии аварии не выходят за пределы города (района); максимальный размер вероятного вреда от аварии ГТС золоотвала в ценах 2008 года составляет не более 2 млн. руб.	средняя	2

Из таблицы 8 следует, интегральный код показателей опасности аварии ГТС составляет 1122, таким образом, коэффициент опасности $\lambda \approx 0,471$.

3.5.2 Интегральная оценка уязвимости аварии ГТС

Степень уязвимости ГТС характеризует восприимчивость сооружений к воздействию факторов опасности. Приняты следующие основные показатели уязвимости ГТС, каждый из которых проявляется независимо от других, а степень уязвимости ГТС зависит от их комплексного воздействия:

1. Состояние сооружения (по данным инструментального контроля и визуальных наблюдений).

2. Организация безопасной эксплуатации (соблюдение требований нормативных документов).

3. Готовность объекта к локализации и ликвидации ЧС.

Интегральная количественная оценка уязвимости ГТС характеризуется коэффициентом уязвимости v_y , который также, как и коэффициент опасности X , представляет собой долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной обстановки на объекте по сочетанию показателей уязвимости. Принятый за единицу коэффициент уязвимости v_y , соответствует наиболее неблагоприятному сочетанию. Численные значения коэффициента уязвимости v_y , в зависимости от интегрального кода, находятся в интервале $0 < v_y < 1$.

Коэффициент уязвимости рассчитывается по формуле:

$$V_y = \sum_{i=1}^3 \varphi_i \cdot \alpha_i \cdot v_0, \quad (28)$$

где φ_i – коэффициент значимости i -го показателя уязвимости,

α_i – значение кода i -го показателя уязвимости,

v_0 – нормирующий множитель.

Таблица 9 – Интегральная оценка уязвимости ГТС золоотвала

Признаки, на основании которых установлена степень уязвимости	Степень уязвимости	Код
Состояние сооружений (показатель № 1)		
Согласно результатам натурного обследования ГТС золоотвала, анализа эксплуатационной технической документации, имеющейся на предприятии, установлено следующее: геометрические размеры, конструкция дамбы не в полной мере соответствуют проектным решениям. Состояние ГТС золоотвала удовлетворительное	средняя	22
Организация эксплуатации ГТС - соблюдение требований нормативных документов (показатель №2)		
Недоукомплектованность и недостаточный уровень квалификации персонала службы эксплуатации, недостаточный объем и нерегулярность проведения контрольных наблюдений, отступления от требований безопасной эксплуатации в части оформления журналов визуального наблюдения и своевременности выполнения планово-предупредительных ремонтных работ	средняя	22

Продолжение таблицы 9

Готовность к локализации и ликвидации ЧС (показатель № 3)		
Готовность ООО «Юргинский машзавод» к локализации и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций на ГТС золоотвала ТЭЦ следует признать обеспеченной. На предприятии разработан и утвержден в установленном порядке План ликвидации аварий на ГТС; имеется достаточное для ликвидации аварии количество людей и техники; состояние подъездов к ГТС обеспечивает возможность проезда транспорта в любое время года; проведено обучение специалистов и рабочих, занимающихся эксплуатацией ГТС, порядку организации проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций и личного в них участия, а также тренировки по ПЛА; имеется в наличии резерв строительных материалов и инструментов, необходимых для оперативного предотвращения развития аварии.	малая	11

Из таблицы 9 следует, что интегральный код показателей уязвимости ГТС золоотвала составляет 221, следовательно, $v_y = 0,600$.

3.5.3 Интегральная оценка риска аварии ГТС

Степень риска аварии оценена по величине коэффициента риска 1 аварии R_a , который представляет собой долю от риска, который имеет место на ГТС при наиболее неблагоприятном сочетании показателей опасности аварии и уязвимости ГТС.

Коэффициент риска аварии численно равен произведению показателей уязвимости ГТС и опасности аварии: $R_a = V_y \cdot X$.

Таблица 10 – Степень риска аварии ГТС

R_a	Степень риска аварии
менее 0,15	Малая
от 0,15 до 0,30	Умеренная (средняя)
от 0,30 до 0,50	Большая
свыше 0,5	Критическая

Таблица 11 – Оценка степени риска аварии ГТС золоотвала

Интегральный код		Коэффициенты			Степень риска аварии
опасности аварии ГТС	уязвимости ГТС	X	Vy	R _a	
1122	221	0,471	0,600	0,28	Умеренная (средняя)

Таким образом, состояние и уровень эксплуатации ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» соответствует умеренной степени риска аварии. Уровень безопасности ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» оценивается как пониженный.

3.6 Наличие автономных средств связи, в том числе с обслуживающим персоналом, а так же локальной системой оповещения

Все подразделения предприятия оборудованы постоянной телефонной линией. Персонал, осуществляющий контроль состояния сооружений и технологического оборудования, оснащен мобильными средствами связи и рациями.

Оповещение персонала о чрезвычайных ситуациях на гидротехнических сооружениях предусмотрено посредством местной громкоговорящей связи, а также с помощью сирены, в следующей последовательности: начальник смены ТЭЦ передает посредством телефонной связи информацию о чрезвычайной ситуации на золоотвал диспетчеру предприятия, который оповещает персонал. Локальная система оповещения ООО «Юргинский машзавод» не создана, что согласуется с Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 01.03.1993 №178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» [29] и подтверждено Заключением ГУ МЧС России по Кемеровской области, поскольку последствия возможных гидродинамических аварий на ГТС не создают угрозу жизни и здоровью людей, находящихся за пределами промплощадки предприятия.

3.7 Состав сил медицинского обеспечения и порядок оказания доврачебной помощи пострадавшим работникам и населению

Медицинское обеспечение мероприятий при возникновении аварий и чрезвычайных ситуациях осуществляется фельдшерами (9 чел.) в пяти здравпунктах, расположенных в четырех цехах и в центральном здравпункте предприятия, который работает круглосуточно. Для оказания экстренной помощи и транспортировки больных и пострадавших [30] в учреждения специализированной медицинской помощи предприятием приобретен санитарный автомобиль, оснащенный необходимым оборудованием для оказания помощи.

Все подразделения предприятия укомплектованы аптечками доврачебной помощи в количестве 100 шт. Медицинская аптечка имеется непосредственно в районе расположения золоотвала (в здании насосной станции оборотного водоснабжения).

При аварии на объекте доврачебная помощь [31] пострадавшим оказывается в следующем порядке:

- производится освобождение пострадавших от внешних воздействий и их эвакуация из зоны поражения; в зависимости от тяжести повреждений первая помощь оказывается немедленно или в заранее развернутом и подготовленном к приему пораженных пункте медицинской помощи;
- пострадавшие, имеющие незначительные повреждения, самостоятельно или в сопровождении специально выделенных лиц персонала направляются для оказания доврачебной помощи в здравпункт;
- пострадавшие, имеющие тяжелые поражения, а также при массовых поражениях, направляются автотранспортом в лечебные учреждения г. Юрги.

3.8 Порядок информирования населения, органов надзора, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий о возможных и возникших на ГТС аварийных ситуациях

Информирование населения о возникших на ГТС золотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» аварийных ситуациях предусмотрено согласно ПЛА [31] через Управление по делам ГО и ЧС г. Юрги по системам связи и оповещения, куда информация об аварии должна быть представлена начальником смены ТЭЦ в течение 10 минут с момента обнаружения аварии.

Информирование должностных лиц и учреждений, в том числе Сибирского управления Ростехнадзора, ГУ МЧС России Кемеровской области, согласно прилагаемым к ПЛА списку оповещения об аварийной ситуации на ГТС и схеме оповещения, предусмотрено производить техническим директором предприятия (а в его отсутствие – главным инженером ТЭЦ) посредством телефонной связи.

С целью организации эффективного взаимодействия с Единой дежурной диспетчерской службой (ЕДДС) города по предупреждению и ликвидации ЧС на предприятии разработана и согласована в 2009 году с МУ «Управление по делам ГО и ЧС г. Юрги» «Инструкция по взаимодействию ООО «Юргинский машзавод» с ЕДДС МУ «Управление по делам ГО и ЧС» г. Юрги.

В качестве системы оповещения предусмотрено использовать наружную сирену оповещения типа С-28, С-40, АСС- 28, С-28МО5А80 радиусом действия 2 км и ГУДОК радиусом действия 10 км, установленные на заводе.

3.9 План ликвидации аварии

Оперативные действия работников эксплуатирующей организации в случае возникновения предаварийных (аварийных) ситуаций на ГТС определяются «Планом ликвидации аварий» (ПЛА) [31], составленным в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

В оперативной части ПЛА рассматриваются возможные места и виды аварий на ГТС золоотвала ТЭЦ; предусматриваются необходимые мероприятия по спасению людей и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций на ГТС; определяются ответственные лица за выполнение указанных мероприятий; указываются места нахождения средств и материалов для спасения и ликвидации аварии, а также маршруты эвакуации людей и техники.

К оперативной части ПЛА прилагаются: краткая характеристика золошлакоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»; перечень возможных аварий на золоотвале; мероприятия по спасению (эвакуации) людей, застигнутых аварией; мероприятия по ликвидации аварии в начальной стадии ее развития; места нахождения средств спасения людей и ликвидации аварий; перечень обязательного (минимально необходимого) оборудования, машин, механизмов, материалов и средств спасения и ликвидации; распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварии, и порядок их действий; список должностных лиц, ознакомленных с ПЛА; схема эвакуации.

Таблица 12.– Перечень возможных аварий на золошлакоотвале

Возможные аварии на ГТС	Места возможного возникновения
Обрушение дамбы в виде частичного оползня	Восточный склон ограждающей дамбы
Местный прорыв дамбы с растеканием пруда и грязевого потока	Восточный склон ограждающей дамбы
Перелив пруда осветленной воды с частичным размывом дамбы.	Бассейн осветленной воды у восточной стороны дамбы.
Фронтальное разрушение ГТС с растеканием грязевого потока.	Низовой откос со стороны восточного участка дамбы
Прорыв пульпопровода или водовода.	Пульпопровод на всем протяжении трассы

3.9.1 Мероприятия по спасению (эвакуации) людей, застигнутых аварией

В зоне возникновения аварий может находиться следующий персонал:

Обходчик внешней трассы золоудаления и золоотвала – 1 чел.

Бригада ремонтного персонала в составе 10 – 13 чел.

Специалисты Управления капитального строительства (УКС) – 2 чел.

Специалисты Управления экологического контроля (УЭК) – 2 чел.

В зоне возможного развития аварий, мест проживания населения нет.

Рельеф местности не предполагает мест отдыха населения.

Начальник смены ТЭЦ проводит оповещение персонала ТЭЦ и завода, находящегося на аварийном участке, о возникновении аварии согласно очередности в течение 5 минут с момента обнаружения. В течение 10 минут начальник смены станции предоставляет информацию об аварии в Управление ГО и ЧС города, ГОВД, ФСБ.

Формируется аварийно – спасательная бригада из числа:

- личный состав котельного цеха: 10 человек.
- автомобильно – транспортная служба 9 человек и необходимое количество автотранспортной техники.

3.9.2 Мероприятия по ликвидации аварии в начальной стадии ее развития

- оповещение персонала станции и завода, находящегося на аварийном участке о возникновении аварии согласно очередности в течение 5 минут с момента обнаружения.

- перевод котлов на сжигание природного газа, опорожнение пульпопроводов.

- оценка аварийной ситуации на месте возникновения аварии.

- мобилизация и доставка высокопроходимых транспортных средств и инженерной техники (бульдозеров, экскаваторов, крана др.) в район, где произошла авария, в зависимости от ее масштаба.

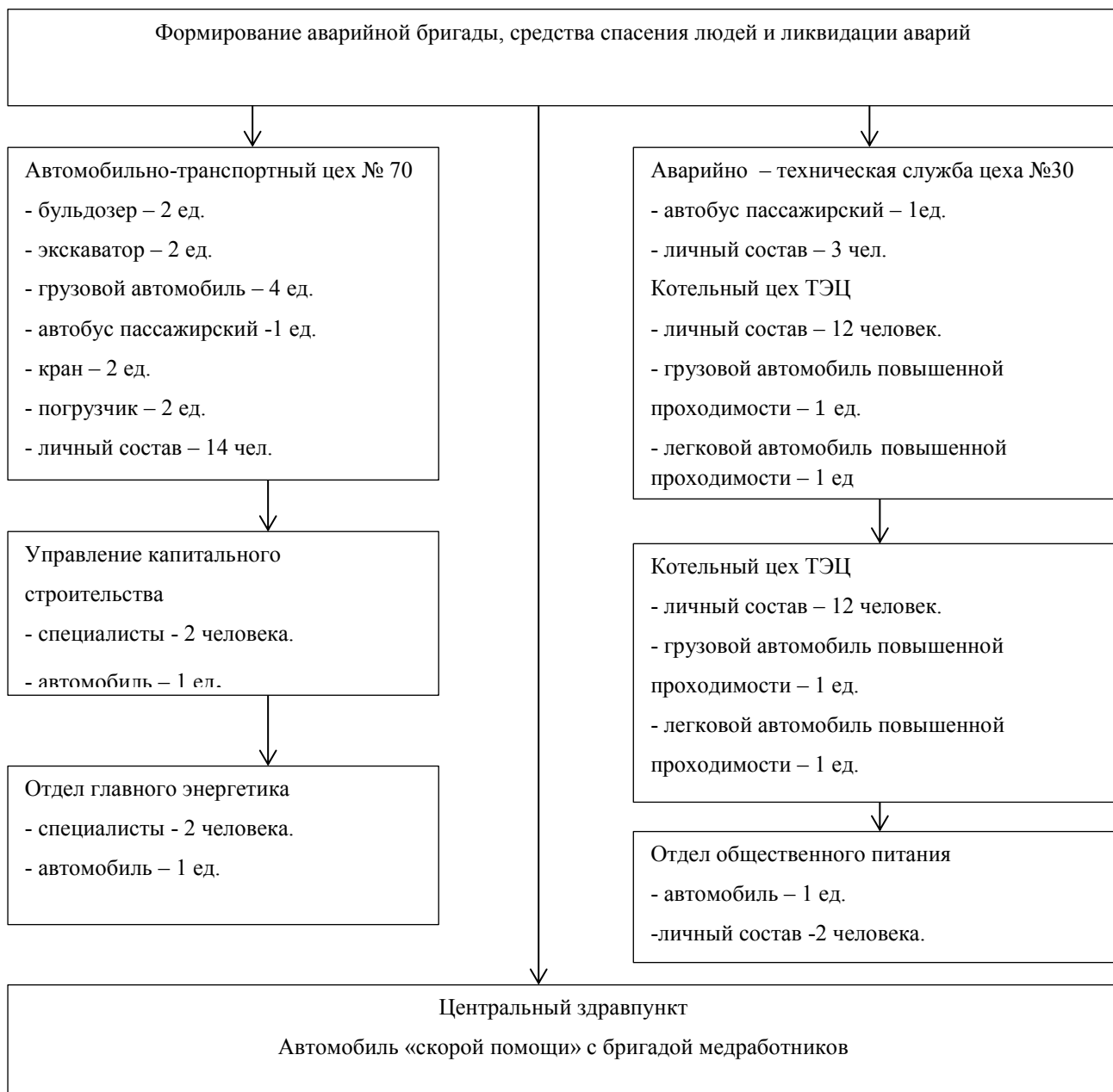


Рисунок 4 – Формирование аварийной бригады, средства спасения людей и ликвидации аварий

Таблица 13 - Перечень обязательного (минимально необходимого) оборудования, машин, механизмов, материалов и средств спасения и ликвидации

Оборудования, машин, механизмов, материалов	Количество	Место расположения
Автобус пассажирский	1 единица	Автомобильно-транспортный цех №70
Грузовой автомобиль повышенной проходимости, самосвал	2 единицы	
Бульдозер	1 единица	
Кран	1 единица	
Экскаватор	1 единица	
Запас строительных материалов для ликвидации аварийных ситуаций		Площадка в районе РБУ ремонтно-строительного цеха
Медицинская аптечка	1 шт.	Здание насосной оборотного водоснабжения
Деревянные шесты длиной 5 м	2 шт.	Здание насосной оборотного водоснабжения

Таблица 14 - Распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварии, и порядок их действий

Должность	Обязанности и порядок действий
Главный инженер ТЭЦ	1. Оповещение персонала ТЭЦ об аварии на ГТС. 2. Перевод котлов на сжигание природного газа. 3. Разведка места аварии и оценка обстановки. 4. Комплектование оперативно – спасательной бригады 5. Организация аварийно – спасательной бригады. 6. Привлечение дополнительных средств и сил в район аварии. 7. Руководство аварийно – спасательных других неотложных работ по локализации и ликвидации аварии. 8. Привлечение специалистов УЭК, УКС, для ликвидации последствий аварии. 9. Доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии

Продолжение таблицы 14

Начальник котельного цеха	1. Оповещение персонала котельного цеха об аварии на ГТС. 2. Перевод котлов на сжигание природного газа. 3. Разведка места аварии и оценка обстановки выставление постов охраны опасной зоны. 4. Экстренное выявление количества лиц, застигнутых аварией и их эвакуация в безопасный район. 5. Комплектование оперативно – спасательной бригады. 6. Поиск и эвакуация пострадавших.
Начальник ТЭЦ	1. Оповещение руководства предприятия и персонала ТЭЦ. 2. Доукомплектование и сбор аварийно – спасательной бригады, привлечение специалистов УКС, УЭК. 3. Доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии
Начальник смены станции	1. Оповещение машиниста – обходчика ГЗУ и ремонтной бригады, через них (возможно) находящихся на ГТС специалистов УКС и УЭК
Технический директор	1. Информирование гос. органов по списку оповещения об аварии и принятых мерах

3.9.3 Оперативная часть плана ликвидации аварий

1.Золототвал

Обрушение дамбы в виде частичного оползня.

Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии: Перевод котлов на сжигание природного газа, при невозможности произвести остановку котлов. Оповещение машиниста – обходчика ГЗУ и ремонтной бригады, через них (возможно) находящихся на ГТС специалистов УКС и УЭК. Разведка места аварии, оценка обстановки, объявление района оползня опасной зоной, выставление постов охраны опасной зоны. Оповещение руководства предприятия, персонала ТЭЦ о возникновении аварии. Комплектование оперативно-спасательной бригады. Поиск пострадавших и эвакуация от ГТС: машиниста – обходчика внешней трассы ГЗУ. – 1 чел., ремонтной бригады – 13 чел., через них возможно находящихся на ГТС специалистов УКС – 2чел. и УЭК - 2чел. на безопасное расстояние. Доукомплектование и сбор аварийно –

спасательной бригады, привлечение специалистов УКС. Информирование гос. органов по списку оповещения об аварии и принятых мерах. Выполнение аварийно – спасательных и др. неотложных работ (АСДНР) по локализации и ликвидации аварии. Привлечение при необходимости дополнительных сил и средств в район аварии. Привлечение специалистов УЭК для определения ущерба природе. Доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии.

Маршруты эвакуации людей и движения техники: Эвакуация проводится пешим ходом или автотранспортной техникой по автодороге или другим путём. Помощь пострадавшим оказывается оперативно – спасательной бригадой.

Выдвижение сил и средств в район аварии, развертывание передвижного командного пункта и сборного пункта.

2. Дамба золоотвала

Местный прорыв дамбы с растеканием пруда и грязевого потока.

Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии: Перевод котлов на сжигание природного газа, при невозможности произвести остановку котлов. Оповещение машиниста – обходчика ГЗУ и ремонтной бригады, через них (возможно) находящихся на ГТС специалистов УКС и УЭК. Разведка места аварии, оценка обстановки. Объявление района растекания опасной зоной, выставление постов охраны опасной зоны. Оповещение руководства предприятия, персонала ТЭЦ о возникновении аварии. Экстренное выявление количества лиц, застигнутых аварией, их эвакуация в безопасный район с помощью автотранспортной техники и оказание необходимой помощи пострадавшим. Комплектование оперативно-спасательной бригады. Поиск пострадавших и эвакуация от ГТС: машиниста – обходчика внешней трассы ГЗУ. – 1 чел., ремонтной бригады – 10 чел., через них возможно находящихся на ГТС специалистов УКС – 2 чел. и УЭК – 2 чел. на безопасное расстояние. Доукомплектование и сбор аварийно – спасательной бригады, привлечение специалистов УКС, информирование гос. органов по списку оповещения об аварии и принятых мерах, выполнение аварийно – спасательных и др.

неотложных работ (АСДНР) по локализации и ликвидации аварии. Привлечение при необходимости дополнительных сил и средств в район аварии. Привлечение специалистов УЭК для определения ущерба природе. Доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии.

Маршруты эвакуации людей и движения техники: эвакуация проводится пешим ходом и автотранспортной техникой по автодороге или другими возможными путями. Помощь пострадавшим оказывается оперативно – спасательной бригадой и при необходимости бригадой «Скорой помощи». Выдвижение сил и средств в район аварии, развертывание передвижного командного пункта и сборного пункта.

Возникновение чрезвычайной ситуации связанной с гидродинамической аварией ООО «Юргинский машзавод» влечет за собой ущерб здоровью и жизни людей, окружающей природной среде, потери материальных ценностей и затраты на проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Последствия аварийной ситуации имеют стоимостное выражение, характеризующее масштаб ЧС и воздействие опасности на людей, окружающую среду, материальные ценности [32].

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.

В результате чрезвычайной ситуации количество людей получивших травмы различной степени тяжести составляют 18 человек. Поскольку рассматриваемая в дипломном проекте ЧС носит локальный (объектовый характер), затраты на материально-техническое обеспечение рассчитываются только для спасательных формирований и на эвакуацию персонала с территории предприятия домой и в медицинские учреждения.

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на ООО «Юргинский машзавод». Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию ЧС на ООО «Юргинский машзавод», относятся:

- затраты на питание ликвидаторов аварии;
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;

-затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств;

- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших;

- ущерб земельным ресурсам;

- показатели воздействия волны прорыва на здания и сооружения;

- показатели силового воздействия волны прорыва на человека;

- показатели последствий аварии по воздействию на окружающую природную среду.

4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей в соответствии с «Методическими рекомендациями по первоочередному обеспечению пострадавших и участников АСДНР» [33], в соответствии с режимом проведения работ:

$$З_{\text{Псут}} = \sum (З_{\text{Псут } i} \times Ч_i), \quad (29)$$

где $З_{\text{Псут}}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{\text{Псут } i}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

I – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$Ч_i$ – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС.

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$З_{\text{п}} = (З_{\text{Псут. спас.}} \cdot Ч_{\text{спас}} + З_{\text{Псут. др.ликв.}}) \cdot Д_{\text{н}}, \quad (30)$$

где $Д_{\text{н}}$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 3дня.

К работе в зоне ЧС привлекаются 23 человека (в соответствии с планом ликвидации аварии), из них 15 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 8 человек – работу средней и легкой тяжести.

Таблица 15 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)
Хлеб белый	400	10,58	600	15,88
Крупа разная	80	4	100	5
Макаронные изделия	30	1,5	20	1
Молоко и молокопродукты	300	12,6	500	21
Мясо	80	20	100	25
Рыба	40	6,4	60	9,6
Жиры	40	1,7	50	2,5
Сахар	60	3	70	3,5
Картофель	400	8	500	10
Овощи	150	3,75	180	4,50
Соль	25	0,7	30	0,95
Чай	1,5	1,3	2	1,5
Итого	-	75,53	-	100,43

По формуле рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$З_{\text{п}} = (100,43 \cdot 15 + 75,53 \cdot 8) \cdot 3 = 6331 \text{ руб.} \quad (31)$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят 6331 рублей. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств ООО «Юргинский машзавод», на территории которого произошла ЧС

4.1.2 Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$\Phi ЗП_{сут i} = (\text{мес. оклад} / 30) \cdot 1,15 \cdot Ч_i, \quad (32)$$

где $Ч_i$ – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для пожарных подразделений и трое суток для всех остальных формирований.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят:

$$\begin{aligned} \Phi ЗП &= \sum \Phi ЗП_i = 12879 + 15639 + 31050 + 3105 + 1380 + 11268 = \\ &= 75321 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Таблица 16 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разгерметизацией изотермического резервуара

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	$\Phi ЗП_{сут}$, руб./чел.	$\Phi ЗП$ за период проведения работ для i -ой группы, руб.
Отряд механизированной группы	16000	7	613	12879
Отряд ручной разборки	17000	8	651	15639
Караул охраны завода	18000	15	690	31050
Медицинская служба	9000	3	345	3105
Водители, осуществляющие эвакуацию	12000	1	460	1380
	14000	7	536	11268
ИТОГО				75321

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении

работ по ликвидации ЧС на территории ООО «Юргинский машзавод» с учетом периода проведения работ составит 75321 рублей.

4.1.3 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы

Затраты на горючие и смазочные материалы определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{\text{бенз}} \cdot C_{\text{бенз}} + V_{\text{диз. т.}} \cdot C_{\text{диз. т.}} + V_{\text{мот. м.}} \cdot C_{\text{мот. м.}} + \\ + V_{\text{транс. м.}} \cdot C_{\text{транс. м.}} + V_{\text{спец. м.}} \cdot C_{\text{спец. м.}} + V_{\text{пласт. см.}} \cdot C_{\text{пласт. м.}} \quad (33)$$

где – $V_{\text{бенз}}$, $V_{\text{диз. т.}}$, $V_{\text{мот. м.}}$, $V_{\text{транс. м.}}$, $V_{\text{спец. м.}}$, $V_{\text{пласт. см.}}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$C_{\text{бенз}}$, $C_{\text{диз. т.}}$, $C_{\text{мот. м.}}$, $C_{\text{транс. м.}}$, $C_{\text{спец. м.}}$, $C_{\text{пласт. м.}}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Ниже приведены цены (за 1л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

- бензин – 32 руб.;
- дизельное топливо – 35 руб.;
- моторное масло – 210 руб.;
- трансмиссионное масло – 150 руб.;
- специальное масло – 70 руб.;
- пластичные смазки – 79 руб.

В таблице 17 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории ООО «Юргинский машзавод» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники [34].

Таблица 17 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец-го масел, л	Расход смазки, кг
Автомобиль высокой проходимости	1	18	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Автомобиль скорой мед.помощи	1	17	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Самосвал	2	56	-	4,3/0,5/1,0	0,3
Автокран	1	40,1	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автопогрузчик	1	92	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Бульдозер	1	-	72	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	75	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	1	16	-	2,1/0,3/0,1	0,3
ИТОГО	9	239	147	20/2,65/1,7	2,05

Общие затраты на ГСМ составят:

$$Z_{\text{ГСМ}} = 239 \cdot 32 + 147 \cdot 35 + 20 \cdot 210 + 2,65 \cdot 150 + 1,7 \cdot 70 + 2,05 \cdot 79 = 17671 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 17671 рублей.

4.1.4 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$A = [(H_a \cdot C_{\text{ст}} / 100) / 360] \cdot D_n, \quad (34)$$

где H_a – годовая норма амортизации данного вида, %;

$C_{\text{ст}}$ – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Таблица 18 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Автомобиль высокой проходимости	7000000	1	3	10	583,3
Автомобиль скорой мед.помощи	290000	1	3	10	215
Самосвал	2140000	2	3	10	357
Автокран	2740000	1	3	10	228,3
Автопогрузчик	850000	1	3	10	708,3
Бульдозер	1100000	1	3	10	917
Экскаватор	1850000	1	3	10	1023
Автобус	1200000	1	3	10	999,9
ИТОГО					5388,8

Затраты за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации и ликвидации ЧС на золоотвале ООО «Юргинский машзавод» составляют 5388,8 рублей.

4.1.5 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших

В результате возникновения ЧС на ООО «Юргинский машзавод» величина санитарных потерь составляет 18 человек.

Суммарные затраты на лечение пострадавших [35] складываются из затрат на реанимационное, стационарное и амбулаторное лечение, исходя из стоимости одного койко-дня и продолжительности лечения и рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{л} = \sum C_{к.-д. i} \cdot D_{н}, \text{ руб.}, \quad (35)$$

где $C_{к.-д. i}$ – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения, руб;

$D_{н}$ – продолжительность лечения, дней.

Расчет затрат на пребывание пострадавших в реанимационном отделении проводят по формуле:

$$З^p_{л} = C_{к.-д..р.} \cdot Д_n \cdot Ч_p, \text{ руб.} \quad (36)$$

где $Ч_p$ – численность пострадавших, проходящих лечение в реанимационном отделении.

$$З^p_{л} = 1798,45 \cdot 5 \cdot 2 = 17984,5 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших в терапевтическом отделении проводят по формуле (таблица 17):

$$З^t_{л} = C_{к.-д..т.} \cdot Д_n \cdot Ч_t, \text{ руб.} \quad (37)$$

где $Ч_t$ – численность пострадавших, проходящих лечение в терапевтическом отделении.

$$З^t_{л} = 369,69 \cdot 21 \cdot 5 = 38817,45 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших на амбулаторном лечении проводят по формуле:

$$З^a_{л} = C_{к.-д..а.} \cdot Д_n \cdot Ч_a, \text{ руб.} \quad (38)$$

где $Ч_a$ – численность пострадавших, проходящих амбулаторное лечение в стационаре.

$$З^a_{л} = 121,5 \cdot 3 \cdot 11 = 4009,5 \text{ рублей.}$$

Таблица 19 – Затраты на лечение пострадавших

Вид лечения	Стоимость одного койко-дня, руб.	Средняя продолжительность лечения, дней	Численность пострадавших, чел.	Суммарные затраты, руб.
Амбулаторное	121,5	3	11	4009,5
Терапевтическое	369,69	21	5	38817,45
Реанимационное	1798,45	5	2	17984,5
ИТОГО				60811,45

Суммарные затраты на лечение пострадавшего при ЧС персонала предприятия составляют 60811,45 рубля.

4.1.6 Ущерб земельным ресурсам

Ущерб, нанесённый почвам из-за несанкционированного размещения на территории зоны возможного затопления золы и шлама, а так же грунта из тела основной дамбы, определён согласно «Методике расчёта зон затопления РД 09-391-00» [26] по формуле

$$B_{\text{отх}} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot H_{\text{п}}^{\text{отх}} \cdot K \cdot L \cdot 1,2 \cdot Z_{\text{ф}} \quad (39)$$

где M_i – масса «размещаемых» отходов производства и потребления i -го класса опасности ($M_i=165,8\text{т}$);

$H_{\text{п}}^{\text{отх}}$ – норматив платы за размещение отходов производства и потребления в зависимости от класса опасности ($H_{\text{п}}^{\text{отх}}=8\text{руб/т}$);

K – коэффициент индексации нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду ($K=1,21$);

L – коэффициент, учитывающий удалённость места размещения отходов производства и потребления i -го класса опасности от населённых пунктов (при размещении отходов в границах городов, населённых пунктах, рекреационных зон и водоохранных территорий ($L=5$);

$1,2$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы состояния почвы по Западно-Сибирскому экономическому району Российской Федерации;

$Z_{\text{ф}}$ – затраты на транспортировку и размещение отходов, руб; этот вид затрат принят из расчёта 300 руб./т.

Таблица 20 – Результаты расчёта ущерба земельным ресурсам

$M_i, \text{т}$	$H_{\text{п}}^{\text{отх}}, \text{руб./т.}$	K	L	$Z_{\text{ф}}, \text{руб./т.}$	$B_{\text{отх}}, \text{руб.}$
165,8	8	1,21	5	300	9930

Ущерб земельным ресурсам составит 9930 руб.

4.1.7 Показатели воздействия волны прорыва на здания и сооружения

Показатель силового воздействия волны прорыва на здания и сооружения Z_C определяется по в зависимости от прочностных характеристик зданий и сооружений, а так же параметров волны прорыва. Этот показатель численно равен количеству зданий и сооружений, которые могут быть подвергнуты повреждению или разрушению:

$$Z_C = \sum_{i=1}^n \varphi_c(i) / \varphi_{lim}(i), \quad (40)$$

где $\varphi_c(i)$ – значение параметра гидродинамической волны прорыва;

$\varphi_{lim}(i)$ – предельное значение параметра волны прорыва для данного вида i – го здания или сооружения (для различных степеней разрушения зданий устанавливаются свои предельные значения параметра волны прорыва);

n – количество зданий и сооружений, оказавшихся в зоне затопления.

Если $\varphi_c(i) \geq \varphi_{lim}(i)$, то $\varphi_c(i) / \varphi_{lim}(i) = 1$. В противном случае $\varphi_c(i) / \varphi_{lim}(i) = 0$.

При определении показателей силового воздействия волны прорыва Z_C на здания и сооружения выделяются показатели сильных (Z_{C1}), средних (Z_{C2}), и слабых (Z_{C3}) разрушений.

Так как в рассмотренном случае в зоне возможного затопления отсутствуют какие-либо объекты физических и юридических лиц, то $Z_C = 0$.

4.1.8 Показатели силового воздействия волны прорыва на человека

Показатель силового воздействия волны прорыва на человека Z_N определяется в зависимости от количества людей, которые постоянно (N_1) или временно (N_2) могут находиться в зоне воздействия волны прорыва, значения параметров которой равны или превышают критические значения для жизни и здоровья человека:

$$Z_N = N_1 + N_2 + P_q^B, \text{ чел.} \quad (41)$$

где P_q^B – вероятность пребывания человека в зоне силового воздействия волны прорыва в течении суток; принято рекомендованное РД 09-391-00 для сценариев наиболее тяжёлых аварий значение $P_q^B = 1$.

В зоне возможного затопления днём могут оказаться люди из числа жителей г. Юрги и обслуживающего золоотвал персонала (в период ремонтных работ) общим количеством не более 18 человек. Обходчик внешней трассы золоудаления и золоотвала – 1 чел., бригада ремонтного персонала в составе 10-13 чел., специалисты Управления капитального строительства – 2 чел., специалисты Управления экологического контроля - 2 чел.

Оценка возможных потерь (таблица 20) произведена с учётом нормированных процентных соотношений, приведённых в таблице РД 09-391-00, от численности людей, которые попадают в различные зоны (с округлением общих потерь до большего целого)

Таблица 21 – Оценка возможных потерь

Зона	Кол-во людей в зоне воздействия		Общие потери, Z_N (чел)				Из общего числа потерь							
			днём		ночью		Безвозвратные($Z_{л1}$)				возвратные ($Z_{л2}$)			
	днём	ночью	%	чел	%	чел	днём		ночью		днём		ночью	
							%	чел	%	чел	%	чел	%	чел
Сценарий 3														
сильного воздействия	18	0	13	3	25	0	10	0	20	0	90	3	80	0

Оценку возможных потерь следует производить в процентах от численности населения, проживающего в различных зонах. Необходимые для расчёта данные помещены в табл. ПЗ.4 РД 03-626-03.

4.1.9 Показатели последствий аварии по воздействию на окружающую природную среду

Параметры загрязнения поверхностных вод объектов.

Показатели последствий аварий по воздействию на поверхностный водный объект определены по формуле (3); суммарный показатель последствий для веществ, для которых $Z_i^B > 1$, рассчитан по формуле (4)

$$Z_i^B = C_i^B / C_{\text{ПДС}(i)}; \quad (42)$$

$$Z_{\text{П}}^B = \sum_{i=0}^k Z_i^B \quad (43)$$

где C_i^B – концентрация i-го загрязняющего вещества, содержащегося в водном объекте, мг/л;

$C_{\text{ПДС}(i)}$ – предельно допустимый сброс i-го загрязняющего вещества; k – количество суммируемых вредных веществ.

Для проточного водоёма содержание вредного вещества в воде C_i^B , мг/л, составит:

$$C_i^B = Q_{\text{Max}} \cdot C_i + Q_{\text{П}} \wedge C_{\text{Фи}}^B / Q_{\text{Max}} + Q_{\text{П}}, \quad (43)$$

где Q_{Max} – максимальный расход излившегося потока, м³/сут.;

$Q_{\text{П}}$ – расход проточного водоёма, м³/сут.

Результаты расчёта параметров и показателей загрязнения поверхностных водных объектов приведены в таблице 21.

Таблица 22 – Расчёт параметров и показателей загрязнения реки в случае развития аварии

Показатели	Значения показателей				
	C_i , мг/л	$C_{\text{Фи}}$, мг/л	$C_{\text{ПДКи}}$, мг/л	Сценарий № 3	
				C_i^B мг/л	Z_i^B
Азот аммонийный	0,09	0,31	1,5	0,0903	0,0602
Нитраты	1,99	2,36	45	1,9905	0,0442
Нитриты	0	0	3,3	0	0
Взвешенные вещества	26,5	0	6,667	26,4622	3,9691
Железо	0,72	0	0,3	0,7189	2,3966
ХПК	29,991	43,83	30	30,0108	1,0004
Медь	0	0	-	0	-

Продолжение таблицы 22

Нефтепродукты	0,7	0,5	0,3	0,6997	2,1323
Никель	0	0	0,02	0	0
СПАВ	0,05	0,04	-	0,0499	-
Сульфаты	0	0	500	0	0
Фенолы	0	0	0,001	0	0
Фосфаты	0,19	0,16	3,5	0,1899	0,0543
Хлориды	33,24	90,84	350	33,322	0,0952
Хром	0	0	-	0	-

$$Z_{\Pi}^B = \sum Z_i \approx 9,5,$$

Анализ расчётов показывает, что в случае возникновения аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ г. Юрги ООО «Юргинский машзавод» поверхностные водные объекты будут загрязнены (руч. Берёзовый лог, р. Юргинка, р. Томь).

4.2 Параметры загрязнения грунтовых вод и почвы

Поток, излившийся из золоотвала через небольшой отрезок времени попадёт в поверхностный водный объект. В этой связи суммарный показатель последствий аварии на грунтовые воды равен нулю по всем рассмотренным сценариям гидродинамической аварии: $Z_{\Pi}^{GB} = 0$.

Будет нанесён ущерб почвам из-за несанкционированного «размещения» на территории зоны возможного затопления золы и шлама, а так же грунта, вымытого из тела основной дамбы. Кроме того, при движении потока по реке Юргинка будут подвержены размыву берега и дно русла.

Площади земель в зоне возможного затопления по сценарию гидродинамической аварии составляет

$$F_{\text{зат}} = 76,7 \text{ тыс. м}^2. \quad (44)$$

Объём профильтровавшейся с поверхности почвы жидкости, $V_{\Phi}(\text{м}^2)$ определяют по формуле:

$$V_{\Phi} = K_{\Phi} \times J \times F_{\Phi} \times T_{\Phi}, \quad (45)$$

где K_{Φ} – коэффициент фильтрации почвенного слоя, м/сутки, определяют по данным изысканий,

J – градиент инфильтрационного потока,

F_{Φ} – площадь фильтрации, м^2 ,

F_3 – площадь затопления при максимальных значениях параметров волны от хранилища до водной преграды (реки, озёра, водоотводящего канала), м^2 ,

T_{Φ} – время фильтрации жидкости, сутки.

Значение V_{Φ} не должно превышать общего объёма V_{Max} вытекшей из хранилища жидкости.

Для каждого i -го вредного вещества, содержащегося в жидких отходах, вычисляют концентрацию вредного вещества в почве C_i^{Π} (мг/кг) на площади F_{Φ} :

$$C_i^{\Pi} = C_i \times V_{\Phi}/F_{\Phi} \times M_{\Pi} \times \rho_d^{\Pi} + C_{\Phi i}^{\Pi}, \quad (46)$$

где C_i – концентрация i -го вредного вещества в жидких отходах, мг/л;

M_{Π} – мощность почвенного слоя, м;

ρ_d^{Π} – плотность сухого грунтово-почвенного слоя, $\text{т}/\text{м}^3$;

$C_{\Phi i}^{\Pi}$ – фоновая концентрация i -го вредного вещества в почве, мг/кг.

Параметры M_{Π} и ρ_d^{Π} определяют по данным изысканий. При отсутствии конкретных исходных данных ориентировочных оценок использованы следующие значения параметров: $M_{\Pi} = 0,5 \div 1,0$ м; $\rho_d^{\Pi} = 1,4 \div 1,6$ $\text{т}/\text{м}^3$; $C_{\Phi i}^{\Pi} = 0$.

Полученную концентрацию C_i^{Π} сравнивают с ПДК данного вещества в почве, затем рассчитывают суммарный показатель последствий.

Расчёт параметров и показателей загрязнения почвы в случае возникновения рассматриваемых сценариев развития аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ «Юргинский машзавод» веществами, содержащимися в воде, излившейся из накопителя, приведён в табличной форме

Таблица 23 – Расчёт параметров и показателей загрязнения почвы

Наименование загрязняющего вещества	C_i , мг/л	V_{ϕ} , тыс/м ³	F_{ϕ} , тыс. м ²	M_{Π} , м	ρ_d^{Π} , м/м ³	$C_{\phi i}^{\Pi}$, мг/кг	C_i^{Π} , мг/кг	ПДК $_i^{\Pi}$, мг/кг	Z_i^{Π}
Азот аммонийный	0,09	21	76,7	0,5	1,5	0	0,0329	-	-
Нитраты	1,99	21	76,7	0,5	1,5	0	0,7265	130	0,0056
Нитриты	0	21	76,7	0,5	1,5	0	0	-	-
Железо	0,72	21	76,7	0,5	1,5	0	0,2628	-	-
Медь	0	21	76,7	0,5	1,5	0	0	3	0
Нефтепродукты	0,7	21	76,7	0,5	1,5	0	0,1507	0,1	1,057
Никель	0	21	76,7	0,5	1,5	0	0	4	0
Сульфаты	0	21	76,7	0,5	1,5	0	0	-	-
Фенолы	0	21	76,7	0,5	1,5	0	0	-	-
Фосфаты	0,19	21	76,7	0,5	1,5	0	0,0694	-	-
Хлориды	33,24	21	76,7	0,5	1,5	0	12,134	-	-
Цинк	0	21	76,7	0,5	1,5	0	0	23	0
$Z_{\Pi}^{\Pi} = \sum Z_i^{\Pi} =$									1,5

Суммарный показатель последствий аварии по воздействию на почвы при возникновении аварии принимаем $Z_{\Pi}^{\Pi} = 2$.

Анализ расчётов, приведённых в таблице, показывает, что в случае возникновения рассматриваемой аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» почвы территории в пределах зоны возможного затопления будут загрязнены нефтепродуктами, содержащимися в воде, излившейся из накопителя.

Таблица 24 - Результаты проведенных в разделе расчетов представлены в таблице

Виды затрат	Суммарные затраты, руб.
1. Затраты на питание	6331
2. Затраты на оплату труда	75321
3. Затраты на ГСМ	17671
4. Затраты на амортизацию тех. средств	5388,8
5. Затраты на лечение пострадавших	60811,45
6. Ущерб земельным ресурсам	9930
ИТОГО	175453,25

По приведенным расчетам видно, что экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составляет:

$$\begin{aligned} Y^{\text{общ}} &= 6331 + 75321 + 17671 + 5388,8 + 60811,45 + 9930 = \\ &= 175453,25 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что аварии на топливно-энергетических предприятиях влекут за собой большой материальный ущерб и приводят к значительным затратам при восстановлении производства, а так же ведут к серьёзным экологическим последствиям. Фактические потери для народного хозяйства значительно превышают определенный таким образом ущерб, так как в него не включены убытки от простоя предприятия, стоимость проектно-восстановительных работ.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочей зоны насосной станции на предмет возникновения вредных и опасных факторов

Объектом исследования данного проекта является насосная станция обратного водоснабжения гидротехнического сооружения золоотвала обратной системы гидрозолоудаления ООО «Юргинский машзавод». ГТС золоотвала расположена на северо-западной окраине г. Юрги, в 2-х км северо-восточнее от площадки ТЭЦ предприятия, на высокой левобережной террасе реки Томь, в логу ручья Берёзовый лог и предназначены для транспортирования, аккумуляции и очистки сточных вод, образующихся в системе гидрозолоудаления ТЭЦ предприятия, с последующей подачей их в обратную систему. Выполнена из сборных железобетонных конструкций с полуподземной частью; оборудована насосами Д-500/65 – 3 шт., автоматизирована. Полы бетонные с упрочненным верхним слоем. Имеется защитная камера, оборудованная системой освещения и вытяжной вентиляцией, алюминиевые радиаторы отопления.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

Классификация опасных вредных факторов дана в основополагающем стандарте ГОСТ 12.0.003-84 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [36].

Рассмотрим все вредные факторы, которые имеют место при работе насосной станции.

1 Метеоусловия производственной среды. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 предусмотрены следующие нормы создания рациональных метеорологических

условий в холодный период года: температура $t^{\circ} = 16 - 18$ градусов, относительная влажность $W = 40 - 60 \%$, скорость движения воздуха $VB = 0,3$ м/с [37].

Рабочее место обходчика трассы в холодный период года относится к третьему классу условий труда [38]. Температура воздуха на насосной станции составляет $12 - 13^{\circ}\text{C}$.

Для обеспечения микроклимата в холодный период времени участок насосной станции отапливается. Система отопления должна обеспечивать равномерный нагрев воздуха в помещении, возможность местного регулирования и выключения, удобство эксплуатации, а также доступ для ремонта. Входные двери должны иметь исправные механические приспособления для принудительного закрывания. Для работающего персонала должна быть обеспечена защита от возможного переохлаждения. К таким мерам следует отнести: помещение для отдыха и обогрева, выдача спецодежды и других средств индивидуальной защиты, регламентация времени работ.

2. Воздействие шума и вибраций. Шум и вибрация при работе возникает вследствие работы техники, при работе вентиляционной системы.

Основным нормативным документом по защите от шума является ГОСТ 12.1.003-83* ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» [39]

Параметры вибрации нормирует ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. «Вибрация. Общие требования безопасности» [40]

Шум от насосного оборудования – это распространенный вид неблагоприятного экологического воздействия на организм человека. В настоящее время доказано, что шум – это общебиологический раздражитель, то есть он оказывает воздействие не только на орган слуха, но и на весь организм в целом. В первую очередь влияние шума сказывается на структурах головного мозга, что вызывает неблагоприятные изменения в функциях различных органов и систем [41].

Таким образом, действие шума можно разделить на специфическое и неспецифическое. Специфическое действие шума проявляется в изменениях,

которые наступают в слуховом анализаторе, а неспецифическое – в изменениях, возникающих в других органах и системах человека [42].

Согласно ГОСТ, для рабочих мест в помещениях для размещения шумных агрегатов, допустимые уровни звукового давления не должны превышать 91 дБ.

На рассматриваемой насосной станции отмечается высокий уровень шума и вибрации. Источниками интенсивного шума, уровень которого может достигать 95 – 117 дБ, являются электродвигатели насосов и агрегаты золошлакоудаления.

К мерам индивидуальной защиты от шума относится применение антифонов. Большое значение имеет рациональная организация режима труда и отдыха, проведение отдыха в малошумных помещениях.

3 Освещение. Организация рационального освещения рабочего места является одним из основных вопросов охраны труда. При неудовлетворительном освещении зрительная способность снижается, и могут появляться близорукость, резь в глазах, катаракта, головные боли. На участке насосной станции используется комбинированное освещение, но доля естественного света в нём невелика. Освещение должно быть достаточным для безопасности выполняемых работ [43].

На участке присутствует комбинированное освещение люминесцентными лампами и лампами накаливания.

Нормы искусственной освещенности регламентируются согласно СНиП 23-05-95 [44].

Расчет общего искусственного освещения помещения насосной станции

Питание сети рабочего освещения предусматривается от осветительного щитка типа ЩОА-9, установленного у двери. Рабочее помещение имеет естественное и искусственное освещение, выполненное с учетом СНиП 23-05-95. Управление освещением производится выключателями со щитка освещения. Светильники с люминесцентными лампами пылеводозащищенными типа ЛСП16 – 2 · 40.

Расчет освещенности производится для рабочей зоны помещения насосной станции площадью 192 м^2 , ширина которой составляет $B = 8 \text{ м}$, длина $A = 24 \text{ м}$ и высота $H = 4 \text{ м}$. Воспользуемся методом коэффициента использования светового потока, который применим для условий, когда выдержаны рекомендуемые в СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» соотношения расстояния между светильниками к высоте их подвеса.

Определим геометрическое расположение светильников общего освещения.

Рекомендуемое расстояние от светильников до перекрытия:
высота расположения светильников над полом помещения

$$h_n = H - h_c = 4 - 0,64 = 3,36 \text{ м} \quad (47)$$

где h_c – высота, на которой находится расчетная поверхность над полной расчетной высотой

$$h = h_n - h_p = 3,36 - 0,8 = 2,56 \text{ м}; \quad (48)$$

Расстояние между соседними рядами люминесцентных светильников L найдем исходя из оптимального значения:

$\lambda = L / h$; расстояние от крайнего ряда светильников до стены выбирается для обеспечения не затененности рабочих мест (примем $l = 0,8 \text{ м}$).

Для люминесцентных светильников из ГОСТ 13828-74 [45] выбираем при косинусной типовой кривой силы света $\lambda = 1,4$, тогда

$$L = 0,8 \times 2,56 = 2,048 \text{ м} \quad (49)$$

Предварительно определим число рядов светильников.

Число светильников по ширине помещения

$$n_{ш} = B / L = 8 / 2,048 = 3,91. \quad (50)$$

Округляя полученное значение до ближайшего целого числа, получим два ряда светильников в помещении насосной станции.

Определим величину необходимого светового потока.

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на рабочие поверхности станции по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{\eta} \quad (51)$$

где E – нормируемая освещенность, определяемая по разряду зрительной работы (для помещения станции $E = 200$ лк);

k – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (для помещения с малым выделением пыли, дыма и копоти принимаем коэффициент $k = 1,5$);

S – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

Z – отношение средней освещенности к минимальной (для люминесцентных ламп выбирается равным 1,1);

η - коэффициент использования светового потока, выражаемый как отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность к суммарному потоку всех ламп и зависящий от характеристик светильников, окраски стен и потолка и индекса помещения.

Вычислим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 24}{2,56 \cdot (8 + 24)} = 2,34, \quad (52)$$

Зная индекс помещения определяем коэффициент использования светового потока для помещения насосной станции, $\eta = 0,57$.

Подставим все значения в формулу определения светового потока:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 192 \cdot 1,1}{0,57} = 111158 \text{ лм} \quad (53)$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛСП16-2 · 40, световой поток которых равен $\Phi = 4320$ лм.

Рассчитаем необходимое количество ламп по формуле:

$$N = \Phi / \Phi_{\text{л}}, \quad (54)$$

где Φ – расчетный световой поток, равный 111158 лм;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы, $\Phi_{\text{л}} = 4320$ лм. Тогда имеем:

$$N = 111158 / 4320 = 25,73 = 26 \text{ ламп.} \quad (55)$$

Количество ламп равно 26 штук, допускается расположение их в два ряда.

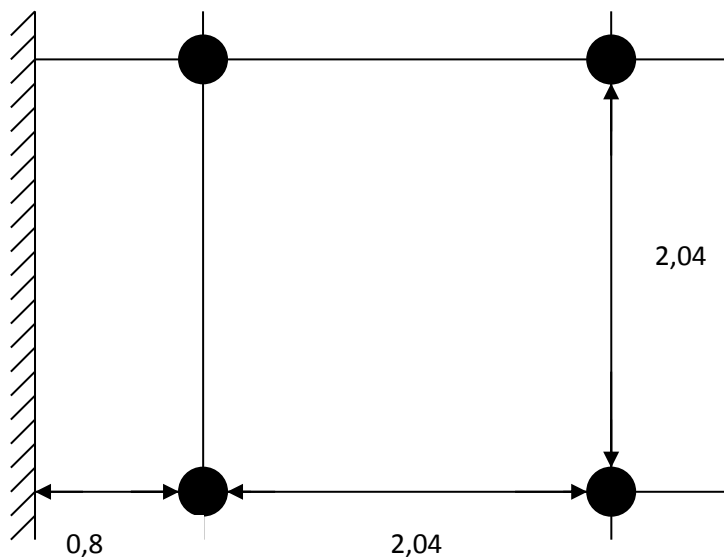


Рисунок 5– Схема размещения ламп

Таким образом, в помещении насосной станции применяется система освещения общая равномерная с использованием ламп ЛСП16, световой поток 4320 лм).

Для улучшения производственного освещения помещения насосной станции были проведены следующие мероприятия:

- осуществлено равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах; перевод взгляда с ярко освещенной на плохо освещенную поверхность вынуждает глаз переадаптироваться, что приводит к утомлению зрения и как следствие снижению производительности труда;

- в светильниках используются газоразрядные люминесцентные лампы по спектральному составу наиболее близкие к естественному солнечному свету;
- чистка светильников производится 1 раз в квартал;
- каждый год осуществляется проверка уровня освещенности на рабочих местах.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

1. Воздействие электричества. При работе на участке насосной станции широко используется электрическая энергия (220 и 380 Вольт), что влечёт за собой риск поражения электрическим током и приводит к необходимости уделять внимание борьбе с электрическим травматизмом.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала нормальной в электрических установках 380/220 Вольт предусматривается защитное заземление. Защитному заземлению подлежат металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением. В качестве сети заземления внутри зданий используются стальные трубы, электропроводка, нулевые провода силовой и осветительной сети [46].

При работе с насосами следует руководствоваться следующими нормативными документами общего назначения:

- соответствующие государственные стандарты (ГОСТы);
- «Правила устройства электроустановок»;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»

Электробезопасность должна обеспечиваться выполнением требований к конструкции и устройству электрооборудования установки, установленных в стандартах ССБТ, а также техническими способами и средствами защиты.

Для обеспечения безопасности работы с оборудованием необходимо выполнять следующие требования [47]:

- перед включением проверить исправность заземления;
- убедиться в целостности изоляции токоведущих частей, а также в наличии соответствующих ограждающих устройств (кожухов);
- в электроопасных местах установки должны присутствовать предупреждающие надписи, перед проведением ремонтных и наладочных работ необходимо обесточить оборудование;
- при проведении наладочных работ необходимо использовать инструмент с изолирующими рукоятками.

В местах перехода через острые углы и кромки деталей, а также шарнирные соединения электропроводка должна иметь дополнительную изоляцию от механических повреждений. Монтаж и крепление электропроводки должны исключать возможность повреждения ее изоляции.

Участок установки насоса должен быть оснащен устройствами отключения электропитания при аварии, а также во время монтажа и техобслуживания.

Способ отключения должен быть четко разъяснен производственному и обслуживающему персоналу.

Электрооборудование должно быть защищено:

- от самопроизвольного включения привода при восстановлении прерванной подачи электроэнергии;
- от перегрузок и короткого замыкания автоматическими выключателями и тепловыми реле магнитных пускателей или любым другим способом обеспечивающим необходимую защиту [48].

На кожухах, закрывающих аппаратуру, а также дверцах шкафов с электроаппаратурой напряжением более 42 В, должны быть нанесены знаки «Опасность поражения электрическим током».

2. Воздействие механической энергии. На станции существуют работы, выполнение которых предусматривает подъём на мостки второго яруса.

Опасность в данном случае представляет собой травматизм, возникающий при неправильном перемещении [49], нарушении инструкций и несоблюдении техники безопасности. При работе человек может поскользнуться, могут возникнуть неблагоприятные последствия (ушибы, растяжения, получение травм и так далее). Каждый рабочий должен сам следить за безопасностью своих действий.

Меры безопасности: покрытие полов, трапы, аппарели на подмостках станции должны иметь шероховатую или рифленую поверхность; соблюдение правил безопасности; обучение производственных рабочих безопасным условиям труда; использование производственных рабочих соответствующей квалификации.

5.4. Защита в чрезвычайных ситуациях.

5.4.1 Пожарная безопасность

Во время работы в помещении может возникнуть пожар. Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей. Основными причинами пожара являются:

- неисправности в электрических сетях и оборудовании;
- нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т. п.);
- неисправности в электроустановках.

Для обеспечения пожарной безопасности на насосной станции все работники обязаны:

- строго соблюдать установленный противопожарный режим, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и знать порядок и пути эвакуации на случай пожара;

- курить на предприятии только в строго определенных местах соответственно оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения;

- пройти первичный противопожарный инструктаж, работники не прошедшие первичный противопожарный инструктаж, к работе не допускаются.

5.4.2 Землетрясения

Согласно единой схеме распределения землетрясений на земном шаре, Западная Сибирь входит в число сейсмически спокойных материковых областей, где почти не бывает землетрясений с магнитудой разрушительной величины свыше 5 баллов [50].

В случае возникновения подобных ситуаций необходимо использовать следующие меры защиты:

- не создавать панику;
- в здании найти защиту под прочной мебелью или встать у опорной колонны;
- покинуть здание в соответствии с планом эвакуации.

5.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В данном разделе рассмотрена организация безопасности жизнедеятельности человека на участке насосной станции. Определены предельно-допустимые и технико-нормативные значения параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, техника безопасности на рабочем месте. Произведён расчёт искусственного освещения для качественной работы и обеспечения безопасности работающего персонала. Рассмотрена пожарная безопасность. Все параметры соответствуют нормам.

Заключение

Проблема обеспечения безопасности объектов энергетики приобретает повышенную актуальность в России. Дальнейшее развитие энергетических объектов и реализация крупномасштабных проектов повышают риск возникновения природных и техногенных аварий и катастроф, которые могут привести к региональным, национальным и глобальным последствиям. В наши дни ежегодные потери от аварий измеряются тысячами человеческих жизней, а наносимый ими урон на окружающую среду невосполним.

На рассматриваемом золоотвале наибольшую потенциальную опасность представляет гидродинамическая авария, связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновения чрезвычайной техногенной ситуации. Гидродинамическая авария начинается с образования пионерного прорана, что может быть вызвано различными видами опасных повреждений и деформаций гидротехнических сооружений и их конструктивных элементов.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- на основании литературных источников выявлены возможные источники опасности для ГТС, которые могут привести к гидродинамической аварии.
- выявлено, что наиболее опасной аварийной ситуацией на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» является разрушение основной дамбы золоотвала при существующем уровне заполнения в случае потери устойчивости низового откоса основной дамбы золоотвала в межливневый период.
- рассчитано, что уровень безопасности ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» оценивается как пониженный.
- рассчитано, что при разрушении дамбы в межливневый период площадь возможного затопления будет равна 76,7 тыс. м², количество пострадавших - 18 человек.
- на ликвидацию аварии будет затрачено 175453,25 руб.

Таким образом, задачи решены в полном объеме, цель достигнута - оценить риск и рассчитать последствия аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

Список использованных источников

1. Техногенные ЧС, потенциально опасные объекты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://textarchive.ru/>. Дата обращения: 10.02.2016 г
2. Памятка по гражданской обороне и чрезвычайной ситуации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fs.nashaucheba.ru/>. Дата обращения 10.02.2016 г
3. Потенциально опасные объекты. Оценка источников техногенной опасности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.auto-edu.ru>. Дата обращения 11.02.2016 г
4. Библиотека диссертаций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dslib.net/sys-analiz/intellektualnaja-informacionnaja-podderzhka-prinjatija-reshenij-v-processe-razrabotki.html>. Дата обращения 11.02.2016 г
5. Российская государственная библиотека Эколого-правовые проблемы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dlib.rsl.ru/> Дата обращения 15.02.2016 г
6. Российская государственная библиотека Административно-правовой режим промышленной безопасности опасных производственных объектов в Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dlib.rsl.ru/> Дата обращения 19.02.2016 г
7. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.revolution.albest.ru> Дата обращения 20.02.2016 г
8. Причины возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.litceyvib.ru> Дата обращения 23.02.2016 г
9. Чрезвычайные ситуации техногенного характера [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.grandars.ru/> Дата обращения 25.02.2016 г

10. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1977г №116 – ФЗ [Электронный ресурс]/Гарант: Законодательство; Версия – Проф –URL: <http://www.base.garant.ru/11900785/> Дата обращения 25.02.2016
11. ГОСТ Р22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов 1995 . – 27 с.
12. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов./В.Я. Рыжкин. — М.-Л.: Энергия, 1967. — 217 с.
13. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г №683 [Электронный ресурс] /nac- bezopasnost-site-dok.html Дата обращения 02.02.2016
14. Декларация безопасности об утверждении дополнительных требований к содержанию деклараций безопасности гидротехнических сооружений и методики их составления: Приказ Федеральной службы по экологическому надзору от 3 ноября 2011 г
15. Учебник для вузов/ М.И. Баженов, А.С. Богородский, Б. В.Сазанов, В.Н. Юренев; Под ред. Е. Я. Соколова.— 2-е изд., перераб. — М.: Энергия, 1979.—296 с.
16. СНиП II-II Строительство в сейсмических районах. – М.:ГП ЦПП, 1996. Изменения №5 к СНиП II.7 – 81/ Утв. Постановлением Госстроя России от 27.12.1999 № 91
17. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.
18. Отчёт по инженерно-геологическим и инженерно-геофизическим работам. ТЭЦ ООО «Юрмаш» Золошлакоотвал №1. Укрепление восточной дамбы. Рабочая документация.
19. Протокол №95/3 от 7.06.2004 биотестирования отходов – золошлаковые отходы ООО «ПО«Юрмаш»

20. Насосные станции. Курсовое проектирование/ Э.В.Залуцкий, А.И. Петрухно /К.:Высш.шк. Головное изд-во 1987. - 184 с.
21. Беликов С.Е. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы / С.Е. Беликов, В.Р. Котлер. – М.: Деловой экспресс, 2012. – 78 с.
22. Тепловые электрические станции. Буров В.Д. и др. под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. - 3-е изд., стереотип. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. - 466 с.
23. Керцелли Л. Тепловые электрические станции /Л.Керцелли, В. Рыжкин. – М.: Деловой экспресс, 1956. - 305 с.
24. Цанев С. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций / С. Цанев, В. Буров, А.Ремезов. – М.: МЭИ, 2000. – 413 с.
25. Методика определения размера вреда, который может быть причинён жизни, здоровью физических лиц, имуществу в результате аварий гидротехнических сооружений предприятий топливно – энергетического комплекса 29.12.2003г №776/508
26. Методика расчёта зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий (РД 09-391-00).
27. СНиП 33-01-2003г Гидротехнические сооружения. Основные положения при проектировании.
28. Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений водохранилищ и накопителей промышленных отходов - М.:ФГУП НИИ ВОДГЕО, 2002
29. О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов: Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 01.03.1993 №178 // Собрание законодательства РФ. – 1993.
30. Левчук И. Медицина катастроф / И. Левчук, Н. Третьяков. – М.:ГЭОТАР Медиа, 2011. – 176 с.

31. Аварии на объекте [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://allbest.ru>. Дата обращения 04.06.2016 г
32. Городская ТЭЦ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bukvi.ru/>. Дата обращения: 25.03.2016 г
33. Методические рекомендации по первоочередному обеспечению пострадавших и участников АСДНР
34. ГОСТ Р 3112194-0366-03 Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 11 с.
35. Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pandia.org/>. Дата обращения 18.05.2016 г
36. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Воздух рабочей зоны. Общие санитарно – гигиенические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 3 с.
37. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976. – 4 с.
38. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон от 01.05.2016 №426 – ФЗ
39. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. – М.:ИПК Издательство стандартов, 1984. – 37 с.
40. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2006. – 31 с.
41. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zazdorovye.ru>. Дата обращения 28.05.2016 г
42. Производственный шум [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/>. Дата обращения 01.06.2016 г
43. Организация освещения рабочего места [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.svetpro.ru>. Дата обращения 30.05.2016 г
44. Нормы искусственной освещенности СНиП 23-05-95

45. ГОСТ 13822-74 Светильники. Виды освещения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 28 с.
46. Нормы искусственной освещенности СНиП 23-05-95
47. Обеспечение безопасности работы с электрооборудованием [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ohranatrud-ua.ru>. Дата обращения 02.06.2016 г
48. Защита электрооборудования [Электронный ресурс] – Режим доступа: - <http://www.znakcomplekt.ru>. Дата обращения 03.06.2016 г
49. Воздействие механической энергии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bib.social/terapia>. Дата обращения 05.06.2016 г
50. Сейсмостойкость [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ciberlenika.ru>. Дата обращения 06.06.2016 г