

Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность: 21.05.02 Прикладная геология
 Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
 Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Инженерно-геологические условия Могочинского района и проект инженерно-геологических изысканий под реконструкцию мостового перехода на 7048 км Забайкальской железной дороги (Забайкальский край)

УДК: 624.131.3:625.1:624.21(571.55)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-215Б	Кузнецов Сергей Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	К.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселева Е. С	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бондарчук И.Б.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	К.Г.-М.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
P1	Применять <i>базовые и специальные</i> математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
P2	Использовать <i>базовые и специальные</i> знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления <i>комплексной инженерной деятельностью</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2, 1.4, 1.6, 2.5., 2.6, 3.5, 3.8, 3.9), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3е, k)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2), СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3g)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>члена</i> или <i>лидера команды</i> , в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2, 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2, 3.6.), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P6	Вести <i>комплексную инженерную деятельность</i> с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с, h, j)

	необходимость обеспечения устойчивого развития.	
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению</i> и непрерывному <i>профессиональному совершенствованию</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОСТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять <i>Комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19, 20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий

P10	<p>Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i>, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий</p>
P11	<p><i>Создавать, выбирать и применять</i> необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных ограничений</i>.</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3e, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий</p>
P12	<p>Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной-инженерной деятельности</i>, не менее чем по одной из специализаций: <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i> <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i> <i>Геология нефти и газа</i></p>	<p>Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1.6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
 Отделение школы (НОЦ) геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Кузеванов К.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-215 Б	Кузнецову Сергею Александровичу

Тема работы:

Инженерно-геологические условия Могочинского района и проект инженерно-геологических изысканий под реконструкцию мостового перехода на 7048 км Забайкальской железной дороги (Забайкальский край)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№359-40/с от 24.12.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Фондовые материалы ООО «Сибгипротранспуть» АО «Росжелдорпроект», нормативные документы, опубликованная литература, материалы производственных практик автора

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>В общей части необходимо рассмотреть природные условия Могочинского района Забайкальского края, уделить внимание геологическим, гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям района проектируемой реконструкции. В специальной части необходимо рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ. Оценить категорию сложности инженерно-геологических условий участка проектируемых работ, дать прогноз изменения ИГУ в период строительства и эксплуатации проектируемых сооружений. В проектной части запроектировать виды и объемы работ по инженерно-геологическому изучению реконструируемой опоры мостового перехода на 7048км Забайкальской железной дороги.</p>
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрагмент листа М-51-ХIV геологической карты Серия Олекмо-Витимкая 2. Карта инженерно-геологических условий, инженерно-геологический разрез 3. Расчетная схема сооружения с геологической средой 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 15 м 5. Проектирование фундаментов опор мостов на многолетнемерзлых грунтах
--	--

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Киселева Е.С.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев М.В.</p>
<p>Буровые работы</p>	<p>Бондарчук И.Б.</p>

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

<p style="text-align: center;">Должность</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Ученая степень, звание</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p>Доцент</p>	<p>Крамаренко В.В.</p>	<p>к.г.-м.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p style="text-align: center;">Группа</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p>3-215 Б</p>	<p>Кузнецов С.А.</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-215Б	Кузнецову Сергею Александровичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Специальность	21.05.02 Прикладная Геология

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия Могочинского района и проект инженерно-геологических изысканий под реконструкцию мостового перехода на 7048 км Забайкальской железной дороги (Забайкальский край)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Инженерно-геологические условия Могочинского района и проект инженерно-геологических изысканий под реконструкцию мостового перехода на 7048 км Забайкальской железной дороги. Область применения: для проектирования и строительства сооружений повышенного уровня ответственности.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – проанализировать специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) и правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при полевых и камеральных работах в рамках производства инженерно-геологических изысканий для проектирования мостового переход</p> <p>Разработать мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <p>Опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень шума и вибрации; – тяжесть физического труда; – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; – опасность поражения электрическим током; – освещенность рабочей зоны; – утечки токсичных и вредных веществ в рабочую зону
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов);

	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород); – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Перечень возможных ЧС на объекте: <i>техногенного характера</i> – пожары и взрывы в зданиях, транспорте. <i>Природного характера</i> – землетрясения. Выбор наиболее типичной ЧС: - пожар;</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-215Б	Кузнецов С.А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-215Б	Кузнецову Сергею Александровичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 «Прикладная геология»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Сметно-финансовый расчет работ по проекту инженерно-геологических изысканий под реконструкцию мостового перехода на 7048 км Забайкальской железной дороги. Информационные ресурсы: ранее проведенные инженерно-геологические изыскания на сопряженной территории. Человеческие ресурсы: 9 человек Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием ООО «Росжелдорпроект»</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (СБЦ 1999 г).</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Методические указания по разработке раздела; Налоговый кодекс РФ Ф3-213 от 24.07.2009г. в ред. От 09.03.16г. №55-ФЗ</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Анализ конкурентных технических решений</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>SWOT-анализ.</i>
3. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка календарного графика выполнения работ</i>
4. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет сметной стоимости проектируемых работ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Расчет экономической эффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 1 Матрица SWOT
- 2 Календарный план-график проведения работ;
- 3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГСН ШБИП	Киселёва Е.С.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-215Б	Кузнецов С.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа написана на 108 страницах, содержит 11 рисунков, 28 таблиц, 84 источников литературы, 5 листов графического материала.

Дипломный проект составлен на основании задания на выполнение выпускной квалификационной работы. Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований реконструкции мостового перехода на 7048 км. Забайкальской железной дороги.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка, и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под реконструкцию сооружений.

Задачей является нахождение оптимальных приемов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования и дать максимальную информацию о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями.

Актуальность вопроса реконструкции в настоящее время встает очень остро в виду строительства мостовых переходов еще в прошлом столетии и изменение климатических условий, что ведет за собой деградацию многолетнемерзлых пород.

В процессе работы был проведен анализ и обобщение литературных сведений, фактического материала ранее проведенных исследований. Описаны физико-географические, геологические, гидрогеологические условия района работ. Разработан проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции мостового перехода.

В качестве специального вопроса рассмотрены вопросы проектирования фундаментов на многолетнемерзлых породах.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, с помощью Excel, а также Autodesk AutoCAD 2017.

Оглавление

Реферат	10
1 Общая часть.....	14
Природные условия района строительства.....	14
1.1 Физико-географические условия и климатическая характеристика	14
1.1.1 Ландшафтные и геоморфологические условия.....	14
1.1.2 Климатические условия.....	14
1.1.3 Гидрологические условия	15
1.2 Геокриологическая изученность	16
1.3 Геологическая изученность	17
1.4 Геологическое строение	17
1.4.1 Стратиграфия.....	17
1.4.2 Тектоника.....	22
1.5 Геология четвертичных отложений	22
1.6 Гидрогеологические условия	26
1.7 Геокриологическое условия	27
1.7.1 Закономерности формирования и пространственной изменчивости геокриологических условий	27
1.7.2 Сезонное промерзание и оттаивание пород	28
1.7.3 Формирование мощности и строения криогенной толщи	31
1.7.3.1 Мощность многолетнемерзлых пород.....	31
1.7.3.2 Криогенное строение.....	32
1.7.3.3 Криогенные процессы и явления	33
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.....	35
2.1 Рельеф участка	35
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости	36
2.3 Физико-механические свойства грунтов	37
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2020) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)	37
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012)	38
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов.....	40
2.4 Гидрогеологические условия	41
2.5 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий	43
2.6 Инженерно-геологические процессы и явления	44
2.7 Специфические грунты	46
2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка	48
3 Проект инженерно-геологических изысканий.....	50

3.1	Проектирование фундаментов опор мостов на многолетнемерзлых грунтах	50
3.2	Определение сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемы основания	53
3.3	Обоснование видов и объемов работ	53
3.3.1	Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет.....	54
3.3.2	Рекогносцировочное обследование, включая маршрутные наблюдения.....	54
3.3.3	Топографо-геодезические работы.....	55
3.3.4	Буровые работы.....	55
3.3.5	Опробование.....	55
3.3.6	Полевые опытные работы.....	57
3.3.7	Лабораторные работы.....	58
3.3.8	Камеральные работы.....	59
3.4	Методика проектируемых работё	61
3.4.1	Топографо-геодезические работы.....	61
3.4.2	Буровые работы.....	61
3.4.2.1	Отбор образцов.....	64
3.4.2.2	Ликвидация скважины.....	65
3.4.3	Полевые опытные работы.....	65
3.4.4	Лабораторные работы.....	67
3.4.5	Камеральные работы.....	71
3.5	Безопасность проектируемых работ и охрана окружающей среды	73
3.5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
3.5.2	Производственная безопасность.....	73
3.5.3	Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия.....	74
3.5.3.1	Отклонение показателей климата на открытом воздухе.....	74
3.5.3.2	Превышение уровней шума и вибрации.....	75
3.5.3.3	Тяжесть физического труда.....	76
3.5.3.4	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.....	76
3.5.3.5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.....	77
3.5.3.6	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	78
3.5.3.7	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	78
3.5.3.8	Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону.....	79
3.5.3.9	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.....	80
3.5.4	Экологическая безопасность.....	81
3.5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
3.5.6	Землетрясения.....	82
3.5.7	Меры безопасности в чрезвычайных ситуациях.....	83

3.5.8	Выводы по разделу.....	85
4	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	85
4.1	Анализ конкурентных технических решений	86
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	86
4.2	Анализ конкурентных технических решений	87
4.2.1	SWOT-анализ.....	89
4.3	Формирование плана и графика разработки и внедрения инженерного решения	91
4.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	92
4.4	Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения инженерных решений	94
4.4.1	Расчет материальных затрат НИИ	94
4.4.2	Основная заработная плата исполнителей	95
4.4.3	Дополнительная заработная плата исполнителей.....	96
4.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	96
4.4.5	Накладные расходы.....	97
4.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	97
4.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	97
	Список использованной литературы	103

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Физико-географические условия и климатическая характеристика

1.1.1 Ландшафтные и геоморфологические условия

Административно участок работ находится в Могочинском районе Забайкальского края, на территории Нерча-Олекминской инженерно-геологической области.

Межгорные впадины в пределах Нерча-Олекминской области обладают небольшими размерами. Поверхность впадин занята в основном поймами рек и подгорными делювиально-солифлюкционными шлейфами.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к Олекминской геоморфологической области. Рельеф района структурно-денудационный. Структурно-денудационный рельеф, сформированный главным образом в результате денудационной препарировки геологических структур, развит преимущественно на разновозрастных, в основном гранитоидных образованиях в пределах умеренно приподнятых блоков. Рельеф в целом характеризуется резкими очертаниями: значительной степенью вертикального (относительные превышения водоразделов над днищами долин составляют 300–600 м) и горизонтального расчленения, значительной крутизной склонов (15–45°) и более. Горные массивы с широкими и плоскими водоразделами чередуются с узкими до гребневидных хребтов. Водоразделы осложнены денудационными останцами, курумами. Долины рек имеют крутой продольный и V-образный (до каньонообразных) поперечный профили.

1.1.2 Климатические условия

Согласно СП 131.13330.2018 участок изысканий располагается в зоне ІД.

Могочинский район Забайкальского края расположен в умеренном поясе. Климат Забайкалья резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким, но сравнительно жарким летом. Лето сухое в первой половине и влажное во второй. Переходные сезоны (весна, осень) короткие.

Основной воздушной массой является континентальный умеренный воздух, зимой - арктический. Зимой над территорией Забайкалья располагается мощный отрог Сибирского антициклона, в котором происходит формирование континентального воздуха, в нижних слоях более холодного. В течение длительной зимы антициклональный режим обуславливает низкие температуры воздуха и слабые ветры. Температура января составляет минус 25 – минус 31°С. Абсолютный минимум может опускаться до минус 40 – минус 60°С. Преобладающее направление ветра по территории северо-западное, западное, юго-западное.

Начало весны, определяемое переходом средней суточной температуры через 0°C, в среднем по Забайкалью приходится на середину апреля. Продолжительность весны около 45 дней. Для этого периода характерно быстрое повышение средних суточных температур.

Начало лета в юго-восточных районах Забайкалья наступает в третьей декаде мая. Самым теплым месяцем является июль, средняя месячная температура которого составляет 16-19°C. В середине лета преобладает пониженное давление, несколько ослабевает западный перенос, усиливаются меридиональные процессы. Средние годовые скорости ветра по территории Забайкалья изменяются в пределах 1.0-4.7 м/с. Преобладающие ветры слабые и умеренные, наибольшую повторяемость имеет ветер со скоростью 0-5 м/с.

Осень в Забайкалье начинается в первой половине сентября. При этом заморозки наблюдаются при сравнительно высоких температурах. Продолжительность безморозного периода на юго-востоке Забайкалья оставляет 100-120 дней.

Таблица 1 – Характеристики состояния воздушного бассейна

Наименование показателя	МС «Ерофей Павлович»
Температура воздуха, °С	
- среднегодовая	-3.4
- средняя месячная	
- абсолютная максимальная	37.1
- абсолютная минимальная	-50.2
Продолжительность периода со среднесуточной температурой $\leq 0^{\circ}\text{C}$	195
Продолжительность периода со среднесуточной температурой $\leq 8^{\circ}\text{C}$	245
Продолжительность периода со среднесуточной температурой $\leq 10^{\circ}\text{C}$	262
Среднемесячная относительная влажность, %:	
- наиболее холодного месяца	79
- наиболее тёплого месяца	73
Количество осадков за год, мм, в том числе:	452
апрель-октябрь	416
ноябрь-март	36
Суточный максимум осадков, мм	82
Преобладающее направление ветра за период, румб:	
декабрь-февраль	С
июнь-август	С
Скорость ветра, м/с: средняя за период со средней суточной t воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	2,0

1.1.3 Гидрологические условия

Реки края относятся к трем крупным водным бассейнам: озера Байкал, рек Лены и Верхнего Амура. Наиболее крупными реками являются: Аргунь, Шилка, Онон, Ингода, Нерча, Амазар, Олекма, Чикой, Хилок, Витим, Каренга, Калар, Чара. Режим рек в целом

отражает климатические условия Забайкалья. Основным источником питания рек являются атмосферные осадки и подземные воды. Доля дождевого стока составляет 50-70% общего годового стока. На снеговое питание приходится 10-20%, на подземное - 10-30% процентов.

Непосредственно на участке работ протекает р. Маля. Ширина реки в районе моста около 5 м. Подмостовое русло на входе завалено старогодними шпалами.

По данным промеров русла, выполняемых ПЧ ИССО, размывов русла реки не отмечалось, отверстие моста достаточно для пропуска воды.

1.2 Геокриологическая изученность

Геокриологическая изученность территории крайне неравномерна. По времени раньше были начаты исследования в южной части района, связанные со строительством амурской ветви Транссибирской железной дороги.

Результаты этих работ обобщены в книге А.В. Львова «Поиски и испытания водоисточников водоснабжения на западной части Амурской железной дороги в условиях вечной мерзлоты почвы», изданной в Иркутске в 1916 г.

В 1910 году в период строительства дороги в Читинской области была организована наблюдательная станция, работавшая вначале как метеорологическая, а с 1927 года как Сквородинская научно-исследовательская мерзлотная станция (НИМС). В тридцатых годах в связи с изысканиями и затем строительством отдельных участков БАМа были открыты пять ее филиалов, которые функционировали в разное время. Результаты работ Сквородинской мерзлотной станции легли в основу изданной в 1946 году книги П.Н. Каптерева «температурный режим вечной мерзлоты в верхнем Приамурье», обобщающий также ряд данных по изысканию и проектированию БАМа, строительству железнодорожных линий БАМ – Тынды и Ургал-Известковая, вторых путей железной дороги Чита- Хабаровск и др.

В дальнейшем, с начала 70-х годов и до настоящего времени, геокриологические исследования в южной части региона были так или иначе связаны с Байкало-Амурской железной магистралью.

Довольно широкие региональные геокриологические исследования на территории Сибири и Дальнего Востока практически не затронули территорию Корякского хребта, Камчатского полуострова, Курильских островов и Сахалина.

На рассматриваемой территории проведен ряд циклов специальных геокриологических, гидрогеологических водно-мелиоративных и других исследований, имеющих важное значение для понимания региональных закономерностей формирования и развития криолитозоны, а также решения вопроса рационального инженерно-хозяйственного освоения.

1.3 Геологическая изученность

Началом геологических исследований района работ послужило открытие во второй половине XIX века золотоносных россыпей в бассейне р. Черный Урюм горным инженером А.А. Черкасовым. С этого времени поисковые работы на россыпное золото продолжались как в бассейне р. Черный Урюм, так и в бассейнах соседних водотоков - рек Итака, Амазар. Отработка выявленных золотоносных россыпей продолжается и в настоящее время.

Наличие богатых россыпей золота в верховьях р. Черный Урюм обусловило в начале XX века повышенный интерес к поискам золоторудных месторождений. Первые поисковые работы на рудное золото, организованные английской концессией Франко Редевей в 1910-1911 г, привели к открытию рудопроявлений Гора Третья и Гора Четвертая в верховьях р. Малый Урюм.

В 1996-2002 гг. Урюмской партией Восточной ГПП на площади Урюмского рудного узла проведены поиски золото-медно-порфировых месторождений. По результатам работ выделена единая комплексная аномальная зона северо-восточного (35-400) простирания, протяженностью около 10 км и шириной до 2 км. В ее пределах, по мнению авторов отчета выделены и установлены, горно-буровым способом, участки (Придолинный, Штоковый, Рудный) штокверкового оруденения золото-медно-порфирового типа. Изучен вещественный состав руд, подсчитаны прогнозные ресурсы до глубины в среднем 190 м. Кроме того, выявлены участки собственно молибденовых проявлений штокверкового характера и 7 самостоятельных минерализованных зон с промышленными содержаниями золота для открытой отработки.

1.4 Геологическое строение

1.4.1 Стратиграфия

Метаморфические, вулканогенно-осадочные и осадочные образования занимают около 25 % исследованной территории. Встречаются они в виде небольших по размерам выходов среди разновозрастных магматических пород. В возрастном отношении они подразделяются на архейские, нижнепротерозойские, верхнепротерозойские – нижнекембрийские, средне-верхнеюрские, нижнемеловые и четвертичные.

Архейская группа

Метаморфические породы архейского возраста развиты в центральной и юго-западной части района. Северная граница их распространения ограничивается южными склонами хребтов Становик и Кули. Различные по площади и форме выходы древнейших образований района являются составной частью крупного Могочинского антиклинория. Развитые на территории листа отклонения четко сопоставляются с образованиями шуругинской и амазарской свит стратотипического разреза.

Шуругинская свита (A_{sr})

Биотит-гранатовые, силлиманит-биотит-гранатовые гнейсы и плагиогнейсы, биотит-гранат-плагиоклазовые, биотит-силлиманит-гранат-плагиоклазовые, кордиерит-биотит-плагиоклазовые, биотит-гиперстен-плагиоклазовые сланцы, кварциты и амфиболиты образуют три крупных выхода (верховья р. Читатки, водораздел верховьев рек Бол. Кули, Дёс и среднее течение р. Дёс) и рек мелких ксенолитов.

Основание свиты на изученной территории не установлено. Характер отклонений ее может иллюстрировать разрез на водоразделе рек Бол. Кули и Дёс. Мощность отложений 1250 м.

В верховьях р. Читатки разрез отложений свиты в целом аналогичен, но отличается от него лишь гораздо большим развитием высокоглиноземистых (силлиманит- и кордиеритсодержащих) гнейсов и сланцев и присутствием биотит-гиперстен-плагиоклазовых сланцев.

Амазарская свита (A_{az})

Метаморфические породы этой свиты распространены в междуречье Читатки и Солнечной, в верховьях р. Дёс и по правобережью р. Пинжак, слагая различные по величине выходы – конолиты и тектонические блоки – среди разновозрастных гранитоидов. Они представлены биотитовыми, биотит-роговообманковыми, биотит-пироксен-роговообманковыми гнейсам, биотит-плагиоклазовыми и биотит-роговообманково-плагиоклазовыми кристаллическими сланцами, амфиболитами, кварцитами, диопсидными бластолитами.

Общая мощность амазарской свиты для данной территории составляет 3000 м.

Аналогичными отложениями представлены и все другие поля развития пород амазарской свиты, с той лишь разницей, что в них отсутствуют железистые кварциты. В то же время для низов амазарской свиты на некоторых участках характерны мощные пачки диопсидовых бластолитов в сочетании с биотитовыми гнейсами, биотит-роговообманково-плагиоклазовыми сланцами и амфиболитами. По петрографическим признакам описание породы подразделяется на ряд групп: высокоглиноземистые гнейсы и кристаллические сланцы; сланцы и плагиогнейсы основного состава, амфиболиты; биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы и сланцы; кварциты; диопсидовые бластолиты.

Архейский возраст описываемых образований устанавливается на основании следующих данных:

- в региональном плане структуры рассматриваемого комплекса характеризуются северо-западным меридиональным простирием в отличие от преимущественно субширотного простириания нижнепротерозойских структур;

- гранулитовая фация метаморфизма служит своего рода эталоном для архейских отложений региона, а диафторические изменения в условиях амфиболитовой фации являются изофациальными с прогрессивным метаморфизмом нижнепротерозойских отложений. Эта особенность весьма характерна для большинства выходов архейских пород в зоне протерозойской складчатости;

- с метаморфическими породами архейского комплекса пространство и генетически связаны своеобразные палигенные лейкократовые граниты, отсутствующие в пределах полей развития нижнепротерозойских образований.

Протерозойская группа

Нижний протерозой

Люддорская свита (Pt₁?ln)

Отложения представлены биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами и биотит-амфибол-плагиоклазовыми кристаллическими сланцами. В исследованном районе они пользуются довольно значительным распространением и развиты по рекам Амнунакта, Червондыр, Хаку, Эргичан, Дёс, Утени, вдоль хребта Западный Люддор и на водоразделе рек Урки и Каменушки.

По рекам Амнуннакта и Лев. Хайкта эти образования заключены в виде скиалитов среди гранитоидов нижнепротерозойского возраста, во всех остальных случаях выходы не имеют либо тектонические ограничения, либо интродированы более молодыми магматическими породами.

Максимальная мощность нижнепротерозойских отложений определяется приблизительно 2000 м. Вещественный состав нижнепротерозойских образований отличается от архейских отсутствием в них магнетитовых кварцитов, амфиболитов, кварцитов и лименит-плагиоклаз-биотитовых кристаллических сланцев.

В составе люддорской свиты преимущественным распространением пользуются биотитовые гнейсы, подчиненное значение имеют амфибол-биотитовые гнейсы и кристаллические сланцы.

Акцессорные минералы – апатит и сфен. Очень сильно развиты процессы калиевого метасоматоза. Нижнепротерозойский возраст метаморфизованных в амфиболитовой фации пород принят условно, не исключено, что они являются более древними.

Верхний протерозой и кембрийская система, нижний отдел

Солонцовская толща (Pt₃+Cm_{1sl})

Отложения толщи представлены метаморфизованными кварцевыми порфирами, туфами, песчаниками и конгломератами. Они слагают ряд разобщенных выходов, ограниченных дизъюнктивными нарушениями или представляющих собой ксенолиты среди раннепалеозойских или раннемезозойских гранитоидов.

В виду плохой обнаженности составить послойный разрез не представляется возможным. В устье р. Дёс в основании разреза толщи залегают конгломераты (мощность пачки - первые десятки метров). Выше развиты метаморфизованные кварцевые порфиры и туфы, с незначительными (до 2-5 м) прослоями и линзами метаморфизованных песчаников. Мощность толщи оценивается приблизительно в 300- 500 м. Характерной особенностью этих отложений является неравномерное проявление контактового метаморфизма.

Метаморфизованные кварцевые порфиры обладают светло-серой или темно-серой окраской. Структура – порфиробластовая, бластопорфировая с микролепидогранобластной структурой основной массы. Сложены обычно кварцем (25-35 %), плагиоклазом (40-50 %), калиевым полевым шпатом (10-20 %) и биотитом (до 3 %). Акцессорные минералы – апатит и рудные минералы).

Метаморфизованные туфы представлены темно-зелеными тонкоплитчатыми сланцеватыми породами. Структура их микролепидогранобластовая с реликтами первичной литокристаллокатстической. Обломочный материал, составляющий до 10 % объема породы, выполнен обломками кварца, плагиоклаза и фельзитов.

Грубообломочные породы представлены галечными туфоконгломератами. Цемент – сильно рассланцованные и метаморфизованные эффузивы с реликтами порфировой структуры. Галька составляет 40-60 % объема породы, степень окатанности – высокая, форма галек - обычно удлиненная, размеры их по длинной оси достигают 3-5 см.

Породы толщи очень схожи по составу, степени метаморфизма и другим признакам с эффузивно-осадочными образованиями, развитыми в долине р. Шилки. Возраст принят условно.

Мезозойская группа

Юрская система

Средний-верхний отделы (λπJ₂₋₃)

Осадочно-вулканогенные образования в пределах описываемого района имеют значительное распространение. Покровы их площадью от 1 до 90 км² занимают чаще всего наивысшие участки рельефа. Отложения представлены кварцевыми порфирами, их туфами, фельзитами, дацитовыми порфирами, андезитовыми порфиритами, туфоконгломератами, туфопесчаниками, аргиллитами и элеволитами.

Наиболее полным является разрез осадочно-вулканогенных образований Ньюкинского хребта, составленный на водоразделе рек Баркакит-Кавыкта (Северная полоса). Здесь на размытой поверхности гранитоидов залегают (снизу):

1. Дацитовые порфиры – 50 м,
2. Субщелочные кварцевые порфиры – 100 м;
3. Туфобрекчии кварцевых порфиров с прослоями аргиллитов и туфопесчаников – 50 м;
4. Кварцевые порфиры и их туфы – 300 м,
5. Андезитовые порфириты и их туфы с прослоями аргиллитов и алевролитов с флорой – 100 м.

Видимая мощность осадочно-вулканогенных образований на территории определяется в 600 м.

Меловая система

Нижний отдел (Cr₁)

Дацитовые порфиры, туфы, туфолавы, туфоконгломераты и туфопесчаники сохранились в небольших выходах по кл. Горелому и в среднем течении р. Урки, в ряде мест о р. Урне установлено их нормальное налегание на более древних породах. В основании разреза залегают туфоконгломераты с прослоями туфопесчаников, которые согласно перекрываются дацитовыми порфирами, их туфами и туфолавами. Залегание пород субгоризонтальное. Видимая мощность, определенная по разности гипсометрических отметок подошвы и верхов разреза, не превышает 300 м.

Дацитовые порфиры имеют серые с различными оттенками цвета. Структура их порфировая, иногда споралофировая. Текстура массивная или флюидально-полосчатая. Вкрапленники представлены олигоклазом, реже мелкочешуйчатым измененным биотитом. Вкрапленники полевых шпатов иногда образуют гломеропорфировые скопления. Основная масса породы кварц-полевошпатовая с микропипеллитовой структурой. Акцессорные минералы: апатит, реже циркон.

Туфы дацитовых порфиров характеризуются атакситовой кластической структурой. Иногда встречаются пепловые разности.

Давобрекчии дацитовых порфиров, измененных порфиров, кварца, полевых шпатов, биотита и роговой обманки. Содержание кластического материала колеблется от 10 до 25 %. Цементирующая масса раскристаллизована слабо.

Нижемеловой возраст описанных вулканогенных отложений принимается исходя из следующих соображений:

1. Туфоконгломераты насыщены гальками всех средне-верхнеюрских эффузивов и их туфов;
2. Вероятные корни покровов дацитовых порфиров прорывают кислые эффузивы средне-верхнеюрского возраста.

1.4.2 Тектоника

Исследуемая территория расположена в пределах складчатой области Становика-Джугджура, раннедокембрийская история развития которой трактуется различными исследователями.

Архейское и раннепротерозойское время для обширной области Становика-Джугджура характеризуется накоплением мощных толщ вулканогенно-осадочных образований и широко проявленными процессами ультраметаморфизма. После накопления осадков формируется такие крупные структурные элементы как Могочинский антиклинорий, Тунгирский и Азарский синклинории. Геосинклинальный режим развития области закончился в нижнем протерозое. Начиная с позднего протерозоя район вступает в совершенно иной этап развития – этап постконсолидационной тектономагматической активизации.

Всего в пределах района проявилось пять крупных эпох диастрофизма: архейская, раннепротерозойская, позднепротерозойская, раннепалеозойская, раннемезозойская и позднемезозойская. Тектонические движения кайнозоя по сравнению с более ранними незначительны.

1.5 Геология четвертичных отложений

Отложения четвертичного возраста представлены в изученном районе средне-верхнечетвертичными, верхнечетвертичными-современными и современными образованиями.

Средне-верхнечетвертичные отложения (Q_{II-III})

Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения развиты в юго-восточной части района в долине р. Урки, где они залегают на цоколе 25-ти метровой террасы. Представлены они рыхлыми галечниками, слабосцементированными крупнозернистыми кварц-полевошпатовыми песками. Галька хорошо окатана и состоит из разнообразных гнейсов, лейкократовых и биотитовых гранитов, диоритов, реже эффузивов кислого и среднего состава. Размер галек колеблется от 1-3 до 25-30 см по длинной оси. Мощность отложений 3-5 м.

Средне-верхнечетвертичный возраст этих отложений определяется на основании их полного сходства с отложениями той же 25-ти метровой террасы р. Урки у ст. Ерофей Павлович, где их возраст установлен по результатам палеонтологических анализов.

Верхнечетвертичные-современные отложения (Qш-iv)

Пески, галечники, супеси этого возраста развиты в долинах рек Урки, Чичатки, Гули, Нюкжи и Баркакита. Они слагают первую и вторую аккумулятивные террасы названных рек, а также перекрывают цоколь третьей террасы р. Урки. Аллювиальные отложения третьей террасы составляют (сверху):

- супесь с примесью гальки и щебня – 0,4 м;
- пески с большой примесью гальки 2 м;
- галька с крупнозернистым песком – 3м.

Мощность разреза 5,4, м.

Для второй надпойменной аккумулятивной террасы изучены лишь верхние горизонты. В частности, в долине р. Урки и Бол. Кули они имеют следующее строение (сверху):

- гравийно-песчаные отложения с примесью хорошо окатанной гальки (до 20%) – 0,5 м;
- галечники с песком и глиной – 0,5м;
- галечники с незначительной примесью песка и глины – 3м.

Мощность отложений – 4м.

Разрез первой надпойменной аккумулятивной террасы изучен по рекам Нюкже и Баркакиту (сверху):

- песчано-гравийный слой с крупной галькой – 0,5 м;
- крупнозернистый песок с мелкой галькой – 0,7 м;
- песок с крупной галькой размером до 15 см – 0,4 м;
- среднезернистый песок с небольшой примесью супеси, содержащей гальку (20-25%) размером 5-10 см – 0,9 м;
- песчано-гравийный материал с примесью гальки – 1,1 м.

Мощность разреза – 3,6 м.

Возраст описываемых отложений принимаем как верхнечетвертичный – современный на основании сопоставления с отложениями аналогичных террас р. Гули, которые по результатам палинологического анализа определен как верхнечетвертичные – современные.

Современные отложения (Qiv)

Отложения этого возраста наиболее широко распространены в пределах исследованного района и представлены различными генетическими типами. Среди них

выделяются аллювиальные образования пойм и русел, элювиальные, делювиальные, пролювиальные и отложения смешанного типа. Общая мощность отложений – 0,8 м.

Обобщенный разрез вскрытой части пойменных отложений большинства рек, следующий (сверху):

1. Темно-бурые суглинки – 0,2 м;
2. Тонкозернистый песок с незначительной примесью суглинка – 0,3 м;
3. Среднезернистый песок, содержащий хорошо окатанную гальку (20-25 %) размером 1-2 до 10 см – 0,3 м.

Русловые отложения сравнительно крупных рек с хорошо разработанными долинами (Урка, Нюкжа, Джагиджак, Чичатка), обычно представлены песчаным и гравийным, реже галечным и валунно-галечным материалом. Русловые отложения более мелких рек и ручьев сложены исключительно валунно-галечниковым материалом.

Элювиальные отложения представлены крупноглыбовыми и щебенчатыми россыпями. Механический и вещественный состав их полностью зависит от характера подстилающих коренных пород. Мощность составляет от 1 до 2 м. Делювиальные отложения от вышеописанных отличаются присутствием большего количества щебенчатого и дресвяно-глинистого материала. Мощность делювиального чехла – 1,5-2,0 м. Пролувиальные образования слагают небольшие конусы выходов. Сложены крупнообломочным материалом, перемещенным с супесью и суглинком. Мощность до 1,5 м.

Техногенные образования наблюдаются в районах приисков и вдоль линии железной дороги. В первом случае это отвалы шурфов и карьеров, возвышающиеся до 3-4 м, во втором – участки железнодорожных насыпей и выемок.

Рассматриваемый регион относится к Джугджуро-Становой складчатой системе, имеющей двухъярусное строение.

Кайнозойские отложения в пределах региона представлены разнообразными генетическими типами водного, ледникового, элювиального, склонового рядов. По возрасту представлены все отделы кайнозойской системы, начиная с олигоцена. Отложения водного ряда образуют наиболее представительную группу.

Самую большую площадь занимают озерно-аллювиальные олигоценые – нижнечетвертичные отложения, приуроченные к Верхнезейской и Удской впадинам. Они представлены песчано-галечниковыми и песчано-глинистыми отложениями общей мощностью до 200-300 м.

Нижне-среднечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения в виде предгорного шлейфа залегают в южном борту Удской впадины и представлены валунно-галечниковой толще с глинисто-песчаным заполнителем мощностью 40-60 м.

Верхнечетвертичные отложения II и III надпойменных террас встречаются в долинах крупных рек, но особенно широко на Верхнезейской равнине. Пойменная фация сложена торфом, суглинками, супесями, глинами. Русловая фация представлена песчано- и валунно-галечниковой толщей. Общая мощность отложений III террасы 25-30 м (в горной части территории не более 3-5 м), II террасы – до 10-15 м (в горных долинах не более 5-7 м).

Верхнечетвертичные – современные отложения I надпойменной террасы и современные отложения высокой поймы развиты в долинах рек, почти всех порядков. Пойменная фация сложена супесями, суглинками, глинами, торфами и песками, русловая – песками и галечниками. В долинах рек в пределах горных сооружений и денудационной части Верхнезейской равнины состав отложений преимущественно песчано- и валунно-галечниковый. Мощность отложений I террасы от 1-6 м в горных долинах до 10-15 м на аккумулятивной равнине, мощность отложений высокой поймы 6-15 м.

Среди отложений элювиального ряда наиболее широко распространены эоцен-неогеновые коры выветривания, приуроченные к денудационной части Верхнезейской равнины. В верхней части разреза кор выветривания преобладают каолиновые глины мощностью до 5 м, переходящие в супеси и суглинки с дресвой и щебнем мощностью 3-5 м. Ниже залегает толща «рухляка», сохранившая облик материнской породы при ударе рассыпающаяся на дресву и щебень. Мощность кор выветривания 25-30 м. На относительно поднятых участках равнины коры выветривания представлены в основном дресвяниками мощностью не более 10-15 м. Четвертичные элювиально-делювиальные отложения распространены на широких междуречьях Олекмо-Гиллойского низкогорья. Дресвяно-щебнистый тип разреза с песчаным и супесчаным заполнителем приурочен к наиболее распространенным здесь гранитами, габброидными, гнейсам. Мощность 5-10 м.

Отложения склонового ряда занимают значительную часть территории, имеют грубообломочный состав, мощность около 2-5 м и возраст позднечетвертичный – современный. Десерпционно-осыпные и десерпционно – делювиальные отложения развиты на склонах гор, сложенных устойчивыми к выветриванию породами (хребты Становой, Джугджур, Майский). Они образуют крупнообломочные покровы с курумами. На склонах крутизной от 10 до 25⁰ в строении курумов преобладают глыбы и характерно наличие линз гольцового льда. Мощность их не свыше 2-5 м. На более пологих склонах эти отложения имеют менее грубый состав, супесчано-песчаный заполнитель и мощность 3-7 м. На

залесенных склонах без курумов десерпционно-делювиальные покровы сложены глыбово-щебнистой толщей с суглинисто-супесчаным заполнителем. Делювиальные отложения представлены преимущественно шлейфами у подножия склонов. Состав их песчано-глинистый с щебнем и дресвой. Мощность отложений 5-10 м.

Отложения ледникового ряда в виде морен и водно-ледниковых отложений средне-позднечетвертичного возраста распространены в восточной части хребтов Станового, Джугджур и Джугдыр. Морены представлены толщей из глыб, щебня, валунов с песчаным заполнителем с линзами супесей, суглинков. Мощность их от 2 до 100 м, редко достигает 200 м. Водно-ледниковые отложения сложены песками с галькой и валунами. Их мощность от 50 до 100 м.

1.6 Гидрогеологические условия

На изучаемой территории выделяются 2 основных типа подземных вод: поровые воды рыхлых четвертичных отложений и трещинно-жильные воды интрузивных, метаморфических, эффузивных пород и тектонических нарушений.

Гидрогеологические особенности района определяются наличием сплошной многолетней мерзлоты. В зависимости от этого подземные воды разделяются на надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные, приуроченные как к коренным породам, так и рыхлым четвертичным отложениям.

Надмерзлотные воды относятся к поровому типу и приурочены к четвертичным отложениям. Циркулируют они в первом от поверхности водоносном горизонте, мощность которого от 0,5 до 3 м и зависит от мощности рыхлых отложений, экспозиции склона и времени года. Водоупорным ложем для него служит поверхность многолетней мерзлоты. Небольшая глубина залегания водоупорного ложа способствует быстрому насыщению деятельного слоя атмосферными и поверхностными водами.

В результате замедленного поверхностного стока происходит заболачивание широких пространств. Питание горизонта происходит за счет атмосферных осадков. Область разгрузки - склоны речных долин, где формируются источники с дебитом 0,1-1,0 л/сек. При замерзании деятельного слоя развивается сильный гидродинамический напор, вызывающий вспучивание рыхлых отложений и образование трещин.

Межмерзлотные воды образуют чаще всего подрусловые потоки в аллювиальных отложениях. Залегают они на глубине 5-6 м. В долине р. Чичатки водоносным горизонтом для них является слой песка с гравием и галькой мощности 5-5,5 м. Водоупорным ложем служит мерзлый слой дресвы с прослоями суглинка. Вода без запаха и цвета, постоянная жесткость 1,38 мг-экв/л. Взвешенное вещество почти отсутствует, сухой остаток не превышает 60 мг/л.

Подмерзлотные воды представлены трещинно-жильным типом, циркулируют они среди интрузивных, метаморфических, эффузивных пород и в зонах тектонических нарушений и имеют выходы на поверхность в виде восходящих пресных источников. Распространены они довольно широко в связи со значительным развитием в районе вышеуказанных пород. Питание происходит за счет проникновения атмосферных осадков ниже зоны многолетней мерзлоты через талики в последней.

Режим подмерзлотных вод отличается большим пространством по сравнению с режимом надмерзлотных вод. Глубина залегания неизвестна.

В районе ст. Жанна среди лейкократовых гранитов эти воды имеют выходы в виде двух восходящих пресных источников. Дебит первого – 10 л/сек, второго – 3,5 л/с.

По химическому составу выделяют две группы: кальциево-магниевые и кальциево-натриевые.

1.7 Геокриологические условия

1.7.1 Закономерности формирования и пространственной изменчивости геокриологических условий

Для установления и обоснования закономерностей формирования температурного режима и глубины сезонного промерзания (оттаивания) пород была проведена количественная оценка влияния природных факторов.

Горный характер рельефа и значительная протяженность региона определяют значительные различия в радиационно-тепловом балансе и температурном режиме воздуха разных элементов рельефа. Существенно варьируют скорость ветра и мощность снега.

По данным актинометрических наблюдений за радиационным балансом на метеостанции Бомнак, среднеширотным данным по испарению и значениям среднемесячных скоростей ветра на метеостанциях региона были рассчитаны среднегодовые температуры воздуха и ее годовая амплитуда (Δt_R , ΔA_R).

На низкогорье и равнинах в лесу составляют в долинах 0,7-0,8, на склонах южной экспозиции 1,6-2,0. Поправки к амплитуде температур воздуха изменяются в лесу от 1,8-3,7°C.

В среднегорье по сравнению с низкогорьем радиационные поправки сильно сокращаются вследствие уменьшения с высотой радиационного баланса и увеличения скоростей ветра.

Мощность снежного покрова с севера на юг территории уменьшается в связи с общим понижением местности, и увеличивается на побережье Охотского моря. При одинаковых характеристиках снежного покрова его отепляющее влияние будет больше на внутриконтинентальной части региона по сравнению с побережьем.

Влияние растительности складывается из изменения теплообмена между почвой и атмосферой, и надпочвенным покровом. Под пологом леса меняется структура радиационно-теплового баланса, сокращается скорость ветра и, следовательно, коэффициент турбулентного теплообмена. Минимальное влияние леса проявляется в долинах рек, максимальное – на склонах южной экспозиции.

Большое влияние на температурный режим и глубины сезонного промерзания и оттаивания пород оказывают их состав и свойства. Состав рыхлых пород в регионе отличается большим разнообразием и изменяется от щебенисто-глыбового на склонах до глинистого и торфяного в долинах и впадинах.

Влияние инфильтрации летних осадков на горизонтальных поверхностях, которые сложены хорошо фильтрующими отложениями при отсутствии растительного покрова, приводит к повышению слоя сезонного оттаивания пород. Величина отепляющего влияния осадков составляет 0,5-1,5 °С и уменьшается с юго-востока на северо-запад региона и с увеличением абсолютных высот.

Инфильтрация осадков способствует формированию на широких плоских междуречьях Олекмо-Гилюйского низкогорья дождевально-радиационных таликов.

1.7.2 Сезонное промерзание и оттаивание пород

В горных сооружениях формирование температурного режима слоя сезонного промерзания (оттаивания) в первую очередь определяется особенностями рельефа (высотным положением местности, экспозицией и крутизной склонов), влияющими на климатические и ландшафтные условия микрорайонов.

Наиболее низкие температуры формируются в гольцовом поясе гор. Так же в гольцовом поясе широко распространены каменные развалы и курумы, в которых за счет гольцового льдообразования и конвекции воздуха зимой происходит дополнительное понижение температуры оттаивания.

На междуречьях особенности температурного режима пород определяются высотным положением. Кроме того, теплосодержание осадков, выпадающих на междуречья инверсионного пояса, значительно выше, чем на более высоких междуречьях.

На склонах гор формирование температурного режима определяется экспозицией и крутизной. На одном высотном уровне наиболее высокие температуры оттаивания формируют на склонах южной экспозиции крутизной 10-20 за счет максимальных Δt_{tr} и ΔA_{r} .

В днищах рек и впадин, на равнинах основные факторы, влияющие на температурный режим пород, - состав и влажность пород, характер растительного покрова.

Наиболее низкие температуры оттаивания формируются на замаренных участках, где развиты сильновлажные тонкодисперсные отложения и мощный мохово-торфяной покров за счет максимальной температурной сдвижки.

Распределение типов сезонного оттаивания (промерзания) пород подчинено широтной зональности и высотной поясности, на фоне которых проявляется влияние местных факторов, зависящих от особенностей рельефа. Типы сезонного оттаивания относятся к устойчивому, длительно устойчивому, полупереходному и переходному. Типы сезонного промерзания – к переходному и полупереходному.

Устойчивый тип сезонного оттаивания формируется в гольцовом поясе хр. Станового. Длительно устойчивый тип распространен на склонах среднегорной части хребтов Станового, Джугджур, Джугдыр, Майский, а также днищах большинства долин Олекмо-Гилюйского низкогорья (особенно в западной части). Полупереходный тип сезонного оттаивания широко развит на междуречьях и склонах Олекмо-Гилюйского низкогорья, на склонах Прибрежного хребта, в днищах долин Верхнезейской равнины. Переходные типы сезонного оттаивания и переходные и полупереходные типы сезонного промерзания широко распространены в Верхнезейской и Удской впадинах на побережье Охотского моря.

На междуречьях Верхнезейской равнины установлено влияние литологического состава на температуру пород. На поверхностях, сложенных озерно-аллювиальными песчано-глинистыми отложениями, формируются преимущественно переходные типы сезонного промерзания и оттаивания пород (температурная сдвижка(t_{ξ}) - +0,5- -1 °C; реже на участках широкого заболачивания, полупереходные типы сезонного оттаивания. Там, где с поверхности распространены песчано-галечниковые отложения, формируются переходные и полупереходные типы промерзания и переходные типы оттаивания пород (t_{ξ} от +2 до -0,5 °C).

Распределение типов по амплитуде на исследуемой территории определяется ландшафтно-климатическими особенностями (широтнo-зональными, высотнo-поясными, секторальными). В целом отмечается возрастание амплитуды с севера на юг территории, что связано с уменьшением в этом направлении понижения зимних температур и увеличением повышения летних температур.

Для восточной части характерен повышено континентальный тип оттаивания; в западной – континентальность увеличивается за счет возрастания амплитуды дневной и уменьшения температуры замерзания, и в инверсионном поясе наблюдается резко континентальные типы.

Существуют резкие отличия в составе отложений в слое сезонного промерзания (оттаивания) речных долин и днищ впадин, с одной стороны, и отложений горных склонов и междуречий – с другой. При прочих равных условиях глубина сезонного промерзания (оттаивания) закономерно возрастает в ряду: торф – заторфованные супеси и суглинки – пески – гравийно-галечниковые и щебнисто-глыбовые отложения, что связано с неодинаковыми теплофизическими свойствами пород различного гранулометрического состава. По соотношению в породе крупнообломочной части и заполнителя и по составу заполнителя в регионе можно выделить десять типов сезонного промерзания и оттаивания пород: крупнообломочный, песчано-крупнообломочный, глинисто-крупнообломочный, песчано-глинисто-крупнообломочный, крупнообломочно-песчаный, крупнообломочно-глинистый, крупнообломочно-песчано-глинистый, песчаный, песчано-глинистый, торфяно-песчано-глинистый.

По влажности на территории развиты три типа – мелкий, средний, глубокий. Сезонное оттаивание мелкого типа происходит в связных породах, приуроченных к долинам, к заболоченным участкам выположенных междуречий Верхнезейской равнины. На преобладающей части денудационных и аккумулятивных междуречий, а также на горных склонах, вследствие их лучшей дренированности, преобладают средние и глубокие по влажности типы сезонного оттаивания пород выделен в связи с широким распространением в горных районах грубообломочных (без заполнителя) элювиальных и склоновых отложений со специфическим режимом влажности. Так же некоторыми исследователями (Н.Н. Романовский и О.М. Лисицын) выделен 4ый «гольцовый» тип. Гольцовый назван тип оттаивания отложений, в которых влажностный режим обусловлен образованием весной за счет талых вод гольцового льда, его вытаиванием в течение лета и отсутствием зимой. Для сезонного оттаивания гольцового типа во многих случаях зимой характерны сильное выхолаживание за счет конвекции воздуха, неустойчивость пород на крутых склонах и другие особенности, предопределяющие развитие в них специфических экзогенных процессов. Этот тип характерен в основном для хребтов Станового, Джугдыра, Джугджура.

В днищах долин, на делювиальных шлейфах, где с поверхности залегают оторфованные тонкодисперсные породы или торф, обладающие низкими значениями коэффициентов теплопроводности в мерзлом и талом состояниях, высокой теплоемкостью и влажностью пород, формируются минимальные глубины оттаивания. В торфе в зависимости от его влажности, достигающей 300-1000 %, и мощности надпочвенного покрова глубина сезонного оттаивания составляет 0,5-1,0 м. В заторфованных и пылеватых супесях и суглинках на тех же элементах рельефа возрастает до 0,8-2,3 м. В отложениях

песчаного и песчано-галечникового состава за счет меньшей влажности и большей теплопроводности пород на севере территории изменяются от 1,0 до 3,3 м, в ее центральной и южной частях – от 2 до 4,5 м. При этом на песчаных поверхностях Верхнезейской равнины нередко отмечаются талики, где глубина замерзания достигает 3-5 м в зависимости от влажности пород, характера напочвенных покровов и других факторов. На склонах Станового хребта в щебенисто-глыбовых отложениях с разной степенью заполнения супесчаным и песчаным материалом глубина оттаивания составляет 1,5-3,5 м, имея тенденцию сокращаться с увеличением абсолютных высот. На склонах южной экспозиции значения глубина оттаивания, как правило, в 1,2-1,3 раза больше, чем на склонах северной экспозиции.

В пределах Олекмо-Гилуйского низкогорья в силу широтно-зонального и высотно-поясного повышения температуры замерзания в щебенистых отложениях горных склонов глубина оттаивания увеличивается до 2-4 м, а на пологовыпуклых междуречьях изменяется от 3 до 4,5 м.

В связных породах кор выветривания с повышенной влажностью глубина оттаивания уменьшается до 1,5 м. В денудационной части Верхнезейской равнины наряду с сезонным оттаиванием происходит и сезонное промерзание, участки которого обычно приурочены к склонам южной экспозиции, с прерывистым напочвенным покровом, и междуречьям. Мощности сезонномерзлого слоя изменяются от 3 до 5 м, а на междуречьях – от 2,8 до 4,0 м.

1.7.3 Формирование мощности и строения криогенной толщи

1.7.3.1 Мощность многолетнемерзлых пород

В регионе четко прослеживается зональность как высотно-поясная, так и ландшафтно-климатическая широтная.

В регионе отчетливо прослеживается геокриологическая секториальность – на одинаковых элементах рельефа одной абсолютной высоты геокриологические условия восточной части Олекмо-Гилуйского междуречья более мягкие по сравнению с западной.

Во внутриконтинентальной части региона прослеживается высотная поясность континентального типа. При сравнении геокриологических условий Олекмо-Гилуйского низкогорья и Станового хребта заметно уменьшение суровости геокриологических условий в нижнем поясе гор – от днищ долин к междуречьям низкогорья и увеличение в верхнем поясе с увеличением абсолютных высот среднегорья.

В результате суммарного влияния природных факторов с увеличением высоты среднегодовая температура пород (t_{cp}) повышается. На междуречьях низкогорного уровня

отмечаются минимальные значения мощности мерзлых пород (H_m) и талики развиты шире по сравнению с днищами долин и верхним поясом.

Среднегорная часть региона находится в основном в верхнем поясе гор, где с увеличением абсолютных высоты происходит понижение температуры пород. На Становом хребте в лесном поясе гор распространение многолетнемерзлых пород сплошное, их мощность составляет 100-300 м, а температура пород составляет от -2 до -5°C .

Формирование низких значений температур обусловлено низкими температурами окружающей среды, фрагментарным распространением растительного и снежного покровов (вследствие интенсивного ветрового перераспределения снега с водоразделов и склонов в долины) и очень низкими значениями радиационного баланса.

По геофизическим данным, полученным экспедицией БАМ кафедры геокриологии МГУ, для района Токинского Становика мощность многолетнемерзлых пород на абсолютной высоте 1900 м достигает 500 м, увеличиваясь с высотой на 50 м на каждые 100 м подъема.

В западной части района наиболее суровые геокриологические условия формируются в днищах долин, где верхний горизонт сложен тонкодисперсными отложениями, на которых образуется ландшафт марей. Здесь многолетнемерзлые породы имеют мощность от 70 до 200 м. Максимальные мощности приурочены к центральным частям замаренных поверхностей I надпойменной террасы: к периферии мощности сокращаются. На относительно сухих участках H_m до 30-50 м, а температура пород изменяется от $-1 \dots -2^{\circ}\text{C}$ на сухих участках до -2 до -5°C на замаренных. На высоких поймах, сложенных песчано-галечными отложениями, H_m сокращается до 5-20 м, наблюдаются талики. Под руслами рек и озерами развиты сквозные и несквозные талики.

На среднерасчлененных междуречьях на севере денудационной равнины мерзлые породы имеют прерывистое распространение с температуры пород $-1 \dots -2^{\circ}\text{C}$ и H_m 30-100 м. К югу распространение мерзлых пород становится островным. На склонах мощность достигает 10-50 м, уменьшаясь вверх по склону, температура изменяется от $-0,5$ до $-1,5^{\circ}\text{C}$.

1.7.3.2 Криогенное строение

По типу промерзания в регионе преобладают эпикриогенные многолетнемерзлые породы. Эпигенетически промерзали все скальные породы, для которых характерны трещинные, трещино-жильные, реже пластово-трещинные криотекстуры и в целом невысокая льдистость (не более 1,5 %). В верхней части разреза льдистость местами увеличивается до 3-5 и даже 10%. Образование горизонтов и зон повышенной трещиноватости пород обусловлено дезинтеграцией при многократном промерзании и

оттаивании пород в плейстоцене – голоцене. Мощность этой зоны превышает глубину залегания нижней границы современной мерзлой толщи.

В зависимости от состава отложений приповерхностные горизонты супесчано-суглинистого состава часто обладают повышенной льдистостью (до 50-60 %) до глубины от 1-2 до 4-5 м и шлировыми текстурами. Формирование высокольдистого горизонта связано, вероятно, с многолетней динамикой глубины сезонного оттаивания и миграцией влаги в мерзлую зону при периодических колебаниях температур в слое годовых теплооборотов.

В сингенетически промерзавшим породам относится большая часть разреза аллювиальных и делювиальных отложений позднечетвертичного и современного возраста. Им свойственны в основном шлировые криотекстуры, средняя и высокая объемная льдистость (20-80%), встречаются мономинеральные залежи льда разного генезиса: повторножильные (мощностью 2-5 м), сегрегационные (0,5-1,0 м), инъекционные.

Талики в регионе имеют широкое распространение практически под всеми крупными и средними реками, где развиты подрусьевые и пойменные грунтово-фильтрационные сквозные и несквозные, напорно-фильтрационные сквозные талики. Иногда встречаются гидрогеогенные напорно-фильтрационные сквозные талики. На покрытых щебнисто-песчаными отложениями сухих широких плоских междуречьях Олекмо-Гилуёвского низкогорья, Верхнезейской равнины формируются радиационно-тепловые талики. Площади, занятые такими таликами, увеличиваются в юго-восточном направлении. В восточной части региона формируются сквозные и несквозные радиационные талики большой площади.

1.7.3.3 Криогенные процессы и явления

Наиболее распространены процессы пучения пород, морозобойного растрескивания с формированием различных полигонально-жильных структур (повторно-жильных льдов, грунтовых жил и псевдоморфоз), образования термокарстовых просадок, выпучивание и криогенной сортировки обломочного материала с образованием структурных форм.

Пучение – один из основных криогенных процессов на равнинах, речных террасах с синкриогенными отложениями. Из криогенных явлений, связанных с пучением пород, развиты миграционные и инъекционные бугры пучения. Многолетние бугры пучения распространены ограничено. Высота бугров не превышает 1-3 м, диаметр основания – от 5-7 м до нескольких десятков метров. С поверхности бугры часто сложены торфом мощностью до 1,5-2,5 м, подстилаемые супесями, суглинками, песками с многочисленными

линзами льда мощностью от нескольких сантиметров до 1-2 м. Размеры сезонных бугров не превышают 5-10 м в поперечнике и 1-2 м по высоте.

В результате морозобойного растрескивания формируются различные полигонально-жильные структуры, наиболее распространенными среди которых являются повторно-жильные льды.

Современные повторно-жильные льды представлены главным образом растущими формами. Они развиваются на высокой пойме и I надпойменной террасе в долинах рек. Ширина достигает 1-2 м и глубины проникновения до 6-7 м.

Древние повторно-жильные льды представлены преимущественно погребенными формами позднечетвертичного возраста и приурочены к отложениям II и III террас рек. Для них характерны большие размеры: ширина по верху достигает 3-4 м, мощность 15-20 м, расстояние между жилами варьируется от 5 до 20 м, а иногда достигает 30-50 м. Псевдоморфозы по повторно-жильным льдам распространены ограничено, в большинстве случаев погребены и не выражены в современном рельефе.

Процессы выпучивания и криогенной сортировки приводят к формированию каменных развалов, структурных полигонов и полос. Структурные полигоны приурочены к областям развития каменных развалов, к нагорным террасам, наледным полянам, перегибам склонов, и представляют собой каменные многоугольники диаметром 2-5 м и 20-40 м.

Термокарстовые образования (озера, просадки и пр.) наблюдаются практически на всех элементах рельефа, где развиты сильнольдистые тонкодисперсные поверхностные отложения. Среди них выделяются древние и современные формы, развитые на террасах, аккумулятивных равнинах, делювиальных шлейфах. Термокарстовые просадки и небольшие озера диаметром от 0,3-2 м и до нескольких десятков метров и глубиной не более 2-3 м характерны для заболоченных междуречий.

Многие древние термокарстовые формы находятся в стадии зарастания и представляют собой различного размера понижения в виде заболоченных котловин диаметром до нескольких километров.

В регионе широко распространены наледи различных вод, формирующиеся в долинах многих рек. Тип наледообразования в основном умеренный. Наледи образуются примерно на одном месте, но объем наледного льда, площадь, мощность и форма наледи изменяются ежегодно [69].

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

2.1 Рельеф участка

Объект изысканий находится на территории Нерча-Олекминской инженерно-геологической области.

Межгорные впадины в пределах Нерча-Олекминской области обладают небольшими размерами. Поверхность впадин занята в основном поймами рек и подгорными делювиально-солифлюкционными шлейфами.

Однопролетный мост 1 пути построен в 1935 году по схеме 1x18,3м. На основании натуральных измерений полная длина моста составляет 31,55м (рисунок 1).

Мост расположен в плане трассы на левой кривой радиусом 1500м, в профиле – на уклоне 7‰.



Рисунок 1 - Общий вид моста I пути

На участке земляное полотно представлено насыпью. Верхнее строение земляного полотна после капитального ремонта. Высота насыпи изменяется от 1,5 до 10,0м, ширина основной площадки 1 и 2 пути изменяется от 4,0 до от 10,0 м, на участке мостового перехода она имеет максимальное значение. На участках подходов к мостовому переходу глубина пазухи в междупутье изменяется от 1,2 до 3,2 м (рисунок 22).



Рисунок 2 – Основная площадка насыпи

Откосы насыпи задернованы и заросли мелким кустарником.

Участок слева от земляного полотна представлен пологим склоном, поверхность задернована, заросла древесной растительностью (лиственница), кустарником.

На участке водоотводные сооружения с обеих сторон пути отсутствуют.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

В геологическом строении обследуемой площадки в пределах сферы взаимодействия трассы железной дороги (глубиной до 14 метров) с геологической средой принимают участие: техногенные грунты (tQ_{IV}) и элювиальные отложения коры выветривания гранитов (eQ). Характеристика инженерно-геологических элементов, выделенных на участке работ, приведена ниже.

С поверхности отсыпаны техногенные грунты, слагающие железнодорожную насыпь и балластную призму. Строение существующей насыпи изучалось по 4-м поперечным профилям. Общая мощность техногенных грунтов на участках подходов к мосту составляет 1,1-9,8 м. Нерасчленённые элювиальные отложения коры выветривания гранитов широко развиты на обследуемом участке, развиты с поверхности, на участке подмостового русла подстилают аллювиально-делювиальные отложения, представлены суглинками и супесями дресвяными, щебенистыми грунтами. Большая часть отложений находится в многолетнемерзлом состоянии. Общая вскрытая мощностью отложений изменяется от 4,0 м до 10,0 м.

Техногенные отложения (tQ_{IV}) представлены насыпными щебенистыми, реже галечниковыми и гравийными грунтами с различным заполнителем. Техногенные грунты относятся к специфическим грунтам. Гранулометрический состав имеет крайне неоднородное значение по площади участка изысканий. Более крупнообломочный грунт залегает непосредственно в виде отсыпки железнодорожного полотна.

Нерасчленённые элювиальные отложения коры выветривания гранитов широко развиты на обследуемом участке. Грунты имеют сплошное распространение на участке. Однако некоторые разновидности встречаются в виде линзовидных тел в основной толще.

Глубина залегания и условия распространения вскрытых грунтов приведены на инженерно-геологическом разрезе (лист 2) [71].

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2020) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)

По результатам ранее проведенных лабораторных исследований грунтов, были определены их физико-механические свойства.

В районе проектируемой реконструкции с поверхности распространен щебеночно-галечниковый грунт (щебеночный балласт) до глубины 2,7-6,0 м. Грунт характеризуется как неоднородный (C_u 40), сезонномерзлый, при оттаивании малой степени водонасыщения, прочный (K_{fr} 0.08 д.е.).

В основании тела насыпи железнодорожного полотна залегают серые и коричневые супеси, дресвяные (содержание крупнообломочного материала до 26 %). многолетнемерзлый, слабодистый (I_i 0.10 д.е.), твердомерзлый, при оттаивании твердый. Криогенная текстура массивная. По результатам гранулометрического состава грунт классифицируется, как дресвяный. Состав грунта: щебень средней фракции (60-100 мм) – 23,5%, мелкой (10-60 мм) – 37,2%, дресвы (2-10 мм) – 9,8%, песка (0,05-2 мм) – 26,2%, пыли (0,002-0,01) – 1,2%, глинистых частиц – 2,1%. Грунт малой степени водонасыщения.

Естественные отложения, представлены нерасчленёнными элювиальными отложениями коры выветривания гранитов.

На всем исследуемом участке под техногенными отложениями с глубины до глубины ранее проведенного бурения (14,0 м) распространена супесь буро-коричневая, серая, дресвяная (содержание крупнообломочного материала 26.5%), многолетнемерзлая, слабодистая (I_i 0,08, д.е.), при оттаивании твердая. Криогенная текстура массивная, слоистая.

По результатам гранулометрического состава грунт классифицируется, как дресвяный. Состав грунта: щебень средней фракции (60-100 мм) – 1,7%, мелкой (10-60 мм) – 14,2%, дресвы (2-10 мм) – 26,2%, песка (0,05-2 мм) – 29,5%, пыли (0,002-0,01) – 26,0%, глинистых частиц – 2,4%.

Физико-механические свойства приведены на графическом листе №3.

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012)

В соответствии с ГОСТ 20522-2012 [32], инженерно-геологический элемент это - некоторый объем грунта одного и того же происхождения и вида, при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь.

Сравнительный коэффициент вариации вычисляют по формуле 1.

$$V_c = \frac{S}{X_n - X_{\min}}, (1)$$

где S и X_n - то же, что и в формулах (2) и (3); X_{\min} - наименьшее значение в выборке опытных данных X_i после статистической проверки на исключение ошибок.

Нормативное значение X_n всех физических и механических характеристик грунтов принимают равным среднеарифметическому значению и вычисляют по формуле 2

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, (2)$$

где n - число определений характеристики;

X_i - частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных i -х опытов.

S - среднее квадратическое отклонение характеристики, вычисляемое по формуле 3.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}. (3)$$

Согласно сводной ведомости физико-механических свойств грунтов изменение коэффициента вариации составляет для физических свойств – от 0,03 до 0,13 (при нормативном 0,15), а для механических – от 0,16 до 0,25 (при нормативном 0,30).

По результатам посчитанных коэффициентов вариации результатов лабораторных испытаний на участке было выделено 7 инженерно-геологических элементов.

Сверху вниз залегают:

ИГЭ 1 – Щебень однородный (по СП 119.13330.2017 балласт щебеночный, отсыпка менее 3х лет). Щебень представлен гранитами серыми, зеленовато-серыми. Грунт

однородный ($C_u=0$), очень прочный ($K_{fr}=0.04$ д.е.), сезонномерзлый, при оттаивании малой степени водонасыщения. Слагает балластную призму 1-го и 2-го путей и балластные шлейфы на откосах насыпи. Мощность ИГЭ в пределах основной площадки 1 пути составляет 0,5-0,55 м, 2 пути – 0,2-0,9 м.

ИГЭ 2б Щебень неоднородный (по СП 119.13330.2017 балласт щебеночный, отсыпка более 5ти лет). Щебень представлен гранитами. Грунт неоднородный ($C_u=20$), слабовыветрелый ($K_{wrt}= 0.45$ д.е.), прочный ($K_{fr}=0.07$ д.е.), с включением линз песка средней крупности средней влажности и линз суглинка твердого до 10.2%, загрязнен нефтепродуктами и угольной пылью. Грунт сезонномерзлый при оттаивании средней степени водонасыщения. Слагает балластную призму 1 и 2 путей на всех поперечниках и балластные шлейфы на откосах насыпи. Встречен при проходке скважин. Мощность ИГЭ составляет 0,2-1,0м.

ИГЭ 3а – Галечниковый грунт магматических и метаморфических пород с песчаным заполнителем средней крупности до 25.1% и линзами супеси; неоднородный ($C_u=80$), слабовыветрелый ($K_{wrt}= 0.27$ д.е.), прочный ($K_{fr}=0.08$ д.е.). Грунт сезонномерзлый при оттаивании малой степени водонасыщения.

Грунт слагает верхнюю и среднюю части тела насыпи железной дороги и бермы. Мощность ИГЭ составляет 0,2-4,01 м.

ИГЭ 3а* – Галечниковый грунт магматических и метаморфических пород с песчаным заполнителем средней крупности до 20.6 % и линзами супеси. Грунт неоднородный ($C_u= 40$), слабовыветрелый ($K_{wrt}= 0.28$ д.е.), прочный ($K_{fr}=0.08$ д.е.), многолетнемерзлый, слабобльдистый ($I_i=0.05$ д.е.), твердомерзлый. Криогенная текстура массивная. При оттаивании малой степени водонасыщения. Грунтом отсыпана средняя часть тела насыпи мощностью 2,2-2,9 м.

ИГЭ 5а – Суглинок серый, коричневый, дресвяный. Содержание крупнообломочного материала до 26 %. Грунт сезонномерзлый при оттаивании твердый. Грунт встречен в теле и откосе насыпи 1 и 2 пути на поперечниках, а также в подножии насыпи 2 пути. Мощность слоя 0,5-2,17 м.

ИГЭ 5а*- Суглинок серый, коричневый, дресвяный (содержание крупнообломочного материала 28.5%), многолетнемерзлый, слабобльдистый ($I_i=0.10$ д.е.), твердомерзлый, при оттаивании твердый. Криогенная текстура массивная.

Грунт слагает нижнюю и среднюю части тела насыпи. Мощность ИГЭ 2,8-4,13 м.

ИГЭ 10а* – Супесь буро-коричневая, серая, дресвяная (содержание крупнообломочного материала 26.5%), многолетнемерзлая, слабобльдистая ($I_i=0,08$, д.е.),

при оттаивании твердая. Криогенная текстура массивная, слоистая. В грунте встречаются линзы льда мощностью до 2- 3 см.

Грунт распространен на участке повсеместно - в подножии насыпи и под насыпью 1 и 2 пути. Мощность ИГЭ изменяется от 0,24м до 7,94 м.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Согласно п. 5.6 СП 25.13330.2020 [52] нормативные значения характеристик грунта следует устанавливать для выделенных при изысканиях инженерно-геологических элементов на основании статистической обработки результатов экспериментальных определений с учетом предусмотренного проектом состояния и температуры грунтов основания.

Расчетные значения характеристик грунта определяются по формуле 4:

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g} \quad (4)$$

где X и X_n - соответственно расчетное и нормативное значения данной характеристики;

γ_g - коэффициент надежности по грунту, определяемый согласно п. 5.8 СП 25.13330.2020 [52].

При определении расчетных значений деформационных и прочностных характеристик грунтов, используемых в качестве основания в мерзлом состоянии (принцип I), коэффициент надежности по грунту γ_g устанавливается при доверительной вероятности α , принимаемой равной 0,85, а для оснований опор мостов - 0,9.

На основании СП 22.13330.2016 [51] принимаются две доверительные вероятности для расчетных характеристик грунтов, 0,85 и 0,95 соответственно.

В рамках проекта необходим расчет по всем доверительным вероятностям – 0,85 (по деформациям), 0,9 и по несущей способности - 0,95.

Нормативные и расчетные значения показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормативные и расчетные значения показателей физических и прочностных свойств грунтов при доверительной вероятности 0,85, 0,90, 0,95 (по ИГЭ), для ИГЭ-5* и ИГЭ-10* показатели через дробь 1,75*/1,90 – в мерзлом состоянии / в талом состоянии.

Наименования показателей	ИГЭ-1а	ИГЭ-2б	ИГЭ-3а	ИГЭ-5а	ИГЭ-5а*	ИГЭ-10а*
Плотность грунта ρ , г/см ³ : нормативная	1,94	1,9	2,26	1,86	1,75*/1,90	1,91*/2,06
расчетная при 0,85	1,92	1,87	2,24	1,83	1,72*/1,86	1,87*/2,03
расчетная при 0,90	1,92	1,87	2,23	1,83	1,71*/1,85	1,86*/2,03
расчетная при 0,95	1,91	1,86	2,22	1,81	1,69*/1,83	1,85*/2,03

Наименования показателей	ИГЭ-1а	ИГЭ-2б	ИГЭ-3а	ИГЭ-5а	ИГЭ-5а*	ИГЭ-10а*
Угол внутреннего трения φ , град:	-	17,1	-	45,5	41,7	45,7
Нормативный-						
расчетный при 0,85	-	17,1	-	45,5	41,7	45,7
расчетный при 0,90	-	17,1	-	45,5	41,7	45,7
расчетный при 0,95	-	11,4	-	30,3	27,8	30,4
Удельное сцепление грунта C , МПа: нормативное	45	41	36	31	31	31
расчетный при 0,85	45	41	35	31	31	31
расчетный при 0,90	45	41	34	31	31	31
расчетный при 0,95	41	37	34	27	27	27

2.4 Гидрогеологические условия

В районе изысканий по условиям циркуляции, накопления, форм залегания развиты надмерзлотные порово-пластовые воды рыхлых отложений.

В пределах глубины исследования (10,0м) на участке распространен единый водоносный горизонт аллювиально-делювиальных и элювиальных отложений.

В период проведения изысканий (апрель-май 2018г) водоносный горизонт был полностью проморожен. Формирование водоносного горизонта происходит только в теплый период времени при полном оттаивании сезонномерзлых грунтов.

Водовмещающие (сезонномерзлые) грунты представлены: суглинком дресвяным, супесью дресвяной, суглинком, дресвяным и галечниковым грунтами. При оттаивании эти грунты текучие и насыщенные водой.

Подземные воды по условиям залегания порово-пластовые, по гидравлическим признакам – ненапорные, надмерзлотные. Действие надмерзлотных вод как теплоносителя, вызывает протаивание нижележащих слоев мерзлого грунта, более интенсивное в направлении движения потока грунтовых вод.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, талых вод и гидравлической связи с рекой.

Разгрузка происходит в пониженных формах рельефа (овраги, реку) в виде родников или скрытым субаквальным рассредоточенным способом под водами русла реки.

В техногенных грунтах насыпи водоносный горизонт не встречен.

Ниже детально рассмотрена агрессивность подземных и поверхностных вод.

Агрессивность подземных вод

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-сульфатные со смешанным катионным составом, кислые ($pH=5,23-5,44$).

По степени минерализации - пресные (величина сухого остатка 168-195 мг/дм³).

Содержание HCO₃⁻, мг-экв/дм³, SO₄²⁻, мг/дм³, Cl⁻, мг/дм³ приведено в таблице 3

Таблица 3 - Содержание HCO₃⁻, мг-экв/дм³, SO₄²⁻, мг/дм³, Cl⁻, мг/дм³

Номер скважины (глубина отбора)	Номер ИГЭ	pH	HCO ₃ ⁻ , мг-экв/дм ³	SO ₄ , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³
С 4 (0,5м)	10в	5,23	1,20	73,20	7,10
С 8 (0,5м)	7в	5,44	1,95	118,95	6,39
С 12(0,5м)	5е	5,36	1,70	103,70	7,10

Подземные воды обладают слабой агрессивностью к бетону марки W4 по водородному показателю (СП 28.13330.2017 табл.В.3 [53]), что приводит к образованию растворимых соединений или продуктов, не обладающих вяжущими свойствами (вид коррозии II).

По содержанию сульфатов в пересчете на ионы SO₄²⁻, мг/л, подземные воды неагрессивны к маркам бетона по водонепроницаемости W4, W6, W8, W10-W14, W16-W20 на портландцементе по ГОСТ 10178 [3], ГОСТ 31108 [37] (СП 28.13330.2017, табл. В.4, 5 [53]).

По степени агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на арматуру железобетонных конструкций подземные воды неагрессивны при постоянном погружении и периодическом смачивании (СП 28.13330.2017 табл. Г.2 [53]).

По степени агрессивного воздействия на металлические конструкции подземные воды среднеагрессивные (СП 28.13330.2017, табл. Х.3 [53]).

Агрессивность поверхностных вод

По химическому составу вода в реке сульфатно-гидрокарбонатная со смешанным катионным составом, кислая (pH=4,56-4,87). По степени минерализации вода пресная (величина сухого остатка 142-146 мг/дм³).

Содержание HCO₃⁻, мг-экв/дм³, SO₄²⁻, мг/дм³, Cl⁻, мг/дм³ приведено в таблице 4

Таблица 4 - Содержание HCO₃⁻, мг-экв/дм³, SO₄²⁻, мг/дм³, Cl⁻, мг/дм³

Номер пробы	pH	HCO ₃ ⁻ , мг-экв/дм ³	SO ₄ , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³
р. Маля (подмостовое русло)	4,56	0,88	60,30	17,75
р. Маля (входное отверстие моста)	4,70	0,90	54,20	20,59
р. Маля (выходное отверстие моста)	4,87	1,11	45,60	21,30

Поверхностные воды обладают средней агрессивностью к бетону марки W4 по водородному показателю, слабой агрессивностью к бетону марки W6 по водородному показателю и слабой агрессивностью к бетону марки W4 по бикарбонатной щелочности (СП 28.13330.2017 [53] табл. В.3).

По содержанию сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/л, поверхностные воды неагрессивны к маркам бетона по водонепроницаемости W4, W6, W8, W10-W14, W16-W20 на портландцементе по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 (СП 28.13330.2017, табл. В.4, 5).

По степени агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на арматуру железобетонных конструкций поверхностные воды неагрессивны при постоянном погружении и периодическом смачивании (СП 28.13330.2017 [53] табл. Г.2).

По степени агрессивного воздействия на металлические конструкции поверхностные воды среднеагрессивные (СП 28.13330.2017 [53], табл. Х.3).

В соответствии с ГОСТ 25100-2020, грунты ИГЭ участка работ подразделяются на:

- очень сильноводопроницаемые – ИГЭ 1а, 2б, 3а, 3а* ($K_f=50-80$ м/сут);
- водопроницаемые – ИГЭ 5а, 5а*, 9а*, 10а*, 11а* ($K_f=0,82-2,02$ м/сут).

2.5 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий

Категория сложности условий обусловлена геологическими и геоморфологическими факторами, а также возможностью проявления неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатацию зданий и сооружений, и оказывающих существенное влияние при выборе проектных решений, а именно: морозное пучение и возможность проявления сейсмических воздействий с интенсивностью 7 баллов.

Категории сложности инженерно-геологических условий определяется согласно таблице А.1 приложения А СП 493.1325800.2020 [57].

По геоморфологическим условиям категория сложности участка проектируемых работ характеризуется как I (простая) – объект располагается в пределах одного геоморфологического элемента.

По геологическим факторам в сфере взаимодействия зданий и сооружений – III (сложная) – в сфере взаимодействия выделено согласно ранее проведенным изысканиям более 4х литологических слоев, так же некоторые слои залегают несогласно в виде линз и показатели свойств грунтов имеют значительную неоднородность.

По гидрогеологическим условиям – I (простая) – подземные воды на момент бурения ранее проведенных изысканий в зимний период не встречены.

На площадке проектируемой реконструкции широко распространены опасные процессы и явления, такие как сейсмичность, плоскостная эрозия, деградация многолетней мерзлоты. Поэтому площадка имеет III категорию сложности по геологическим и инженерно-геологическим процессам.

Участок проектируемых работ располагается на территории с повсеместным распространением многолетнемерзлых грунтов, поэтому по фактору распространенности многолетнемерзлых (ММП) и специфических грунтов категория сложности – III (сложная).

По условиям техногенного воздействия и изменения освоенных территорий участок работ характеризуется как III категория сложности за счет деградации многолетней мерзлоты.

Проанализировав весь комплекс факторов, итоговая категория сложности инженерно-геологических условий определяется как III (сложная).

2.6 Инженерно-геологические процессы и явления

При проектировании зданий и сооружений следует учесть возможность влияния геофизических полей на природные процессы. Согласно перечню, основных опасных природных процессов, активизируемых геофизическими воздействиями и категориям их опасности, участок изысканий относится к сложной категории (СП 115.13330.2016 приложение Б [46]). В пределах исследуемой территории встречены специфические грунты, существует вероятность подтопления подземными водами, возможность морозного пучения грунтов в зоне сезонного промерзания, возможность проявления сейсмических воздействий.

В соответствии с требованиями СП 115.13330.2016 [46] на участке изысканий проявляются следующие опасные природные процессы:

- землетрясения;
- подтопление и заболачивание;
- плоскостная эрозия;
- наледообразование.

Землетрясения

Обследуемый участок находится в сейсмическом районе. Расчётная сейсмическая интенсивность района по шкале MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности составляет: 7 баллов – карта А (10 %), 7 баллов - карта В (5 %) и 8 баллов - карта С (1 %) (Ерофей Павлович, СП 14.13330.2018 [50]).

С учетом комплекта карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-2015), вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течение 50 лет составляет: 7 баллов – по карте А (10 %), 7 баллов – по карте В (5 %) и 8 баллов – по карте С (1 %).

Уровень ответственности сооружения – 1б - повышенный (№384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»). Сейсмичность участка обследования по карте В (ОСР-2015) – техническое задание, п.7.

Сейсмичность площадки строительства составляет 7 баллов - карта В (5 %) для проектирования сооружений повышенного и нормального уровня ответственности (СП 14.13330. 2018 [50]).

Уточнение сейсмичности площадки строительства выполнено в 2015 году по результатам геофизических исследований (сейсмическое микрорайонирование). Уточненная сейсмическая балльность участка составляет 6.7 балла. При условии оттаивания многолетнемерзлых грунтов уточненная сейсмическая балльность участка составляет 7.3 балла.

Подтопление и заболачивание

В пределах обследуемой территории выделен один район по условиям развития процесса подтопления (участки с многолетнемерзлыми и сезонномерзлыми грунтами рассматриваются как полностью оттаявшие) - район I-A – подтопленный в естественных условиях; по времени развития процесса – постоянно подтопленный участок – I-A-1. Подземные воды залегают поверхности. Источником подтопления являются атмосферные осадки (дождевые и талые воды) и поверхностные воды р. Маля.

Близкое залегание подземных вод и отсутствие стока (в замкнутых понижениях в рельефе), близкое залегание кровли многолетней мерзлоты, служащей водоупором для грунтовых вод, приводит к заболачиванию территории с участками открытой воды. Процесс заболачивания развит справа от железной дороги. Торф на обследованном участке не встречен.

Морозное пучение

Нормативная глубина сезонного промерзания, в целом по участку, принимается 4,93м на участке насыпи и 4,68м за пределами насыпи. В пределах зоны сезонного промерзания залегают грунты всех выделенных ИГЭ.

По степени морозной пучинистости (по ГОСТ 25100-2020, табл. Б.24) грунты на участке проектируемых работ относятся к непучинистым ($\epsilon_{fh} < 0.01$).

Плоскостная эрозия

Плоскостная эрозия (плоскостной смыв) наблюдается в бортах водоотводной канавы, устроенной справа от железной дороги. На участке проявления процесса глубина водоотводной канавы около 4,0м, ширина поверху 8,0-10,0 м, ширина понизу 5,0м. Дно и борта частично задернованы, поросли кустарником и мелкими деревьями.

В бортах обнажается щебенистый грунт с супесчаным заполнителем, с единичным включением глыб гранитов. Наблюдаются небольшие участки размыва бортов, проявляющегося во время обильных атмосферных осадков и таяния снега.

Развитию эрозии способствует механическое воздействие воды и переносимых ею обломков на верхний слой грунта. При наличии в воде обломков эрозия резко усиливается. Чем больше скорость течения, тем более крупные обломки переносятся, и тем интенсивнее идут эрозионные процессы.

Образование наледи

В зимний период река полностью перемерзает. В русле образуется наледь.

Справа от железнодорожной насыпи река разливается, образуя в зимний период наледь размером 91,0х70,0 м. Слева от насыпи размеры наледи 63,0*70,0 м. Максимальная мощность льда на период обследования составила 1,1-1,5 м, средняя мощность на участке 0,4м.

В районе работ ледостав наступает в октябре. Русловая наледь образуется в подмостовом русле и в долине реки на расстояние около 70,0м в полевые стороны от железной дороги, имеет преимущественно поверхностное питание.

Площадь наледи слева от железной дороги 1924,02 м², объем при средней толщине льда 0,41 м составляет 788,84м³.

Площадь наледи справа от железной дороги составляет 3484.76 м². При средней толщине льда 0,40 м объем наледи 1393,90м³.

В результате резкого сокращения сечения речного потока создается дополнительный напор, приводящий к вытеснению воды через трещины на поверхность льда и последующему ее замерзанию.

2.7 Специфические грунты

На обследуемом участке определены специфические грунты, а именно: техногенные, элювиальные и многолетнемерзлые грунты.

Техногенные грунты представлены грунтами, слагающими балластную призму (ИГЭ 1а, 2б), тело насыпи, балластные шлейфы на откосах насыпи, берму, присыпанную справа к железнодорожной насыпи, насыпь грунтовой автодороги и грунтами, встреченными с поверхности на территории, прилегающей справа и слева к железной дороге (ИГЭ 3а, 3а*, 5а, 5а*,).

Техногенные грунты подразделяются:

- по однородности состава и сложения - планомерно возведенные насыпи;

- по способу возведения – насыпные грунты, отсыпанные автомобильным или железнодорожным транспортом и техногенно перемещенные;
- по давности отсыпки – уплотненные (процесс уплотнения под собственным весом завершился). Мосты и насыпи подходов сооружены в 1913-1935гг. (карточки на мосты 1 и 2 путей №184.10 и №185.10). Соответственно, завершено и уплотнение подстилающих грунтов от веса насыпи;
- по водопроницаемости (ГОСТ 25100-2020 [34], таблица В.1.4) грунты ИГЭ 1а, 2б, 3а, 3а* дренирующие (коэффициент фильтрации 50-80 м/сут, содержание частиц по массе размером менее 0,1 мм составляет 0,2-7,5%), грунты ИГЭ 5а, 5а* не дренирующие (коэффициент фильтрации 0,01-2,13 м/сут, содержание частиц по массе размером менее 0,1 мм составляет 13,8-41,6%).

Техногенные грунты залегают на аллювиально-делювиальных и элювиальных отложениях.

Многолетнемерзлые грунты.

На обследуемом участке многолетнемерзлые грунты встречены повсеместно.

Все изучаемые многолетнемерзлые грунты находятся в твердомерзлом состоянии.

По льдистости многолетнемерзлые грунты, вскрытые на участке обследования, подразделяются:

- ИГЭ 3а* –слабольшдистый ($I_i=0,05$ д.е.);
- ИГЭ 5а* –слабольшдистый ($I_i=0,10$ д.е.);
- ИГЭ 10а* – слабольшдистый ($I_i=0,08$ д.е.).

Криогенная текстура грунтов массивная.

Относительное сжатие многолетнемерзлых грунтов составляет:

- ИГЭ 3а* – 0,03 д.е.
- ИГЭ 5а* – 0,025 д.е.
- ИГЭ 10а* – 0,023 д.е.

Согласно ВСН 61-89 тип основания и категория просадочности грунтов при оттаивании для ИГЭ 3а*, 5а*, 10а* - I (основание прочное).

Физико-механические характеристики многолетнемерзлых грунтов приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Физико-механические характеристики многолетнемерзлых грунтов СП
25.1330.2020

Номер слоя	влажность мерзлого грунта, д.е, W_{tot}	Льдистость		Степень заполнения объема пор мерзлого грунта льдом и незамерзшей водой, S_r	Степень засоленности, %, D_{sol}	Теплопроводность мерзлого грунта $W_t/(m^*град)$	Объемная теплоемкость мерзлого грунта, МДж/(м ³ *град), C_f	Коэффициент сжимаемости при оттаивании, $M_{pa-1,Ath}$	Нормативная глубина оттаивания, m
		за счет ледяных включений, i_i	суммарная, i_{tot}						
3а*	0.039	0.05	0.09	0.35	0.06	1.56	1,65	0.0675	0.063
5а*	0.13	0.1	0.1	0.52	0.035	1.23	1,98	0.0315	0.089
10а*	0.156	0.08	0.12	0.7	0.061	1.5	2,26	0.007	0.16

Температура многолетнемерзлых грунтов по данным наблюдений в скважинах составила от -1,3 до -2,1°С.

Элювиальные грунты представлены дисперсной и обломочной зонами коры выветривания гранитов:

- ИГЭ 10а – супеси дресвяные, твердые и текучие с включением дресвы и щебня от 29,6% до 36,4%
- ИГЭ 10а* – супеси дресвяные многолетнемерзлые, при оттаивании твердые и текучие.

Элювиальные отложения распространены на участке повсеместно, залегают под техногенными реже аллювиально-делювиальными отложениями. Кровля отложений залегает на глубине 0,0-1,5м. Вскрытая мощность элювиальных отложений изменяется от 0,4м до 10,0м.

Специфические свойства грунтов коры выветривания заключаются в более высокой изменчивости прочностных и деформационных свойств в горизонтальном направлении по сравнению с вертикальным, наличием карманов выветривания.

2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка

В процессе дальнейшего строительного освоения данной и прилегающей территории, эксплуатации мостового перехода, в результате нарушения условий поверхностного и подземного стоков, уменьшения испарения под мостом, возможно увеличение естественного инфильтрационного питания грунтов на данной и прилегающей

территории, дальнейшее постепенное повышение влажности грунтов до полного насыщения водой в верхней части разреза.

При производстве земляных работ (устройство котлованов, траншей и пр.) в водообильные периоды года возможно появление воды в котлованах и траншеях.

Для обеспечения нормальной эксплуатации сооружения необходимо предусмотреть мероприятия инженерной защиты в соответствии с п.10 СП 116.13330.2012 [47], а именно:

- надлежащая организация стока поверхностных вод в период строительства;
- сохранение естественного дренирования территории;
- в случае необходимости искусственного повышения территории, засыпка понижений должна выполняться гравийно-песчаным грунтом с организацией ливневого и дренажа;
- для предотвращения оттаивания ММП в теле и основании железнодорожной насыпи возможно выполнении мероприятий по сохранению состояния ММП в мерзлом состоянии – отсыпка охлаждающих берм из крупнообломочного грунта вдоль откосов железнодорожной насыпи, а также устройство СОУ (сезонные охлаждающие устройства);
- осуществление организационных, эксплуатационных и конструктивно – технологических мероприятий для предупреждения утечек из водопроводящих сооружений (водопроводные и канализационные сети);
- своевременное благоустройство территории и строительство ливневой канализации.

По результатам сейсмического микрорайонирования (с учетом уточнения исходной сейсмичности) территория по сейсмической интенсивности оценивается для карты ОСР-2015 А в 7 баллов. Прогнозное значение сейсмической интенсивности при повышении уровня УГВ составит для карты ОСР-2015А – 7 баллов.

3 ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

3.1 Особенности проектирования фундаментов опор мостов на многолетнемерзлых грунтах

При выборе конструктивно-технологического решения фундаментов опор мостов, проектируемых на многолетнемерзлых грунтах, следует ориентироваться на применение безростверковых конструкций устоев и промежуточных опор или опор с ростверком, расположенным выше поверхности грунта, а в пределах водотоков - выше или ниже уровня первой подвижки льда.

При проектировании фундаментов опор на многолетнемерзлых грунтах, используемых по принципу I, необходимо предусматривать мероприятия, направленные на поддержание в течение всего периода эксплуатации мостового перехода расчетной отрицательной температуры грунтов основания. С этой целью следует свести до минимума нарушения мохорастительного покрова, природного режима течения поверхностных и подземных вод на мостовом переходе, предусмотреть мероприятия по искусственному поддержанию расчетных температур путем использования специальных конструктивно-технологических решений опор и применения охлаждающих устройств.

Для сохранения естественного водного режима на мостовом переходе, грунты основания фундаментов опор которого используются по принципу I, необходимо исключить или свести к минимуму:

- пропуск воды под одним мостом от нескольких соседних постоянных или периодических водотоков (за исключением протоков одного водотока);
- застой воды в пересыпанных протоках;
- длительную аккумуляцию воды под мостами и на подходах;
- срезки дна водотоков без укрепления против размыва;
- срезку русла со вскрытием сильнольдистых грунтов или подземных льдов;
- отвалы грунта, приводящие к застою воды под мостом и увеличению снегозаносимости;
- погружение свай с использованием метода протаивания грунтов основания.

На участках залегания большой толщи (свыше 15 м) сильнольдистых грунтов (с относительной осадкой при оттаивании более 0,03) или подземных льдов, в местах наличия криопегов, в пределах водотоков с наледями, на неустойчивых косогорах и в других сложных условиях решение о месте расположения, типе и конструкции опор следует принимать индивидуально для каждого проектируемого мостового перехода. При этом рекомендуется обследовать целесообразность переноса места расположения мостового

перехода, увеличения глубины заложения фундаментов, обеспечения мерзлого состояния грунтов в основаниях опор с помощью охлаждающих устройств или других мер.

Многолетнемерзлые грунты в основании фундаментов глубокого заложения опор с ростверком или безростверковых рекомендуется использовать по принципу I при соблюдении следующих условий и требований:

- мерзлые грунты должны быть преимущественно сливающегося типа, температура которых в течение всего периода эксплуатации моста не будет превышать значений, принятых в расчетах несущей способности основания;

- в местах сильных снежных заносов продольный профиль дороги должен обеспечивать в пределах перехода наличие просвета под мостом;

- для предотвращения наледей рекомендуется с верховой стороны моста на расстоянии 50-100 м осуществлять перехват подруслового потока, например, с помощью мерзлотной завесы, устраиваемой с использованием охлаждающих устройств. Для предотвращения появления термокарста следует предусматривать меры по исключению возможности длительного застоя воды у подходной насыпи и под мостом, а также существенного повреждения мохорастительного покрова в зоне мостового перехода;

- дно русла в местах его возможного значительного размыва должно быть укреплено на длине не менее 15 м в верховую и низовую стороны от оси моста;

- промежуточные опоры рекомендуется размещать вне пределов меженного русла;

- свайные элементы (сваи разных типов) фундаментов следует погружать в мерзлые грунты ниже уровня максимально возможного их оттаивания на глубину, обеспечивающую восприятие расчетных нагрузок, включая силы морозного выпучивания;

- низ свайных элементов необходимо располагать не менее чем на 4 м выше поверхности подземного льда или сильнольдистых грунтов. Если это условие невыполнимо, такие грунты должны быть прорезаны свайными элементами, а при невозможности этого - решение об использовании сильнольдистых грунтов в качестве оснований следует принимать индивидуально.

Несущую способность используемых по принципу I мерзлых грунтов в основании сжатого осевой нагрузкой железобетонного, стального или сталебетонного свайного элемента необходимо проверять по условию:

$$N_{\max} + G \leq \frac{m}{\gamma_4} F_u, \quad (5)$$

где N_{\max} - наибольшее сжимающее продольное усилие в верхнем сечении элемента, кН (тс);

G - собственный вес элемента, кН (т);

$m=1$ - коэффициент условий работы;

γ_4 - коэффициент надежности, принимаемый для используемых по принципу I мерзлых грунтов равным 1,4 независимо от количества свайных элементов в фундаменте и от положения подошвы ростверка по отношению к поверхности грунта, а для грунтов, используемых по принципу II - согласно СП 24.13330 (как для немерзлых грунтов);

F_u - несущая способность по грунту элемента, определяемая по указаниям СП 25.13330 [53] или СП 24.13330 [52], кН (т).

При определении несущей способности F_u допускается учитывать влияние кратковременного характера действия подвижных нагрузок (согласно СП 25.13330 [53]), приняв следующие значения дополнительного повышающего коэффициента для части, относящейся к учету воздействия временных вертикальных и горизонтальных нагрузок в расчетах несущей способности оснований свайных элементов опор: железнодорожных мостов при одновременном действии сжимающих вертикальных постоянных и временных вертикальных нагрузок - 1,35; то же, но совместно с временными горизонтальными нагрузками (включая сейсмические нагрузки) - 1,5; автодорожных мостов - соответственно 1,5 и 1,75. Для железнодорожных мостов на станционных и подъездных путях, а также других мостов, на которых возможны систематические остановки поездов или автомобилей на неопределенное время, не допускается повышать значение F_u за счет учета временного характера действия подвижной нагрузки.

При работе свайного элемента на выдергивание из грунтов, используемых по принципу I, должно удовлетворяться условие

$$P_{du} - G \leq \frac{m}{\gamma_4} F_{du}, \quad (6)$$

где P_{du} - наибольшее выдергивающее продольное усилие в верхнем сечении элемента, кН (т);

F_{du} - несущая способность элемента на выдергивание, кН (т).

Передача выдергивающих усилий на основание свайных элементов от одних постоянных нагрузок и воздействий не допускается.

В расчетах несущей способности буроопускных свайных элементов (столбов), воспринимающих сжимающие и выдергивающие усилия на основаниях, используемых по принципу I или II, в качестве расчетного размера диаметра элементов в грунте допускается принимать диаметр скважин (0,8-1 м) при условии, что свайные элементы с рифленой боковой поверхностью омоноличены в скважинах цементно-песчаным, цементно-шламовым или другим раствором марки не ниже: 150 - на высоту не менее 1 м от нижнего

конца элемента в скальных и крупнообломочных грунтах; 100 - на высоту не менее 2 м в тех же грунтах; 50 - не менее 3 м в остальных грунтах.

3.2 Определение сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемы основания

Под сферой взаимодействия сооружения с геологической средой следует понимать массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режимов.

Проектом предусмотрена реконструкция опоры моста через р. Маля. Тип фундамента – свайный. Конструкция – погруженные в грунт буроопускные сваи диаметром 1м, и связывающие их монолитную железобетонную плиту (ростверк). Размеры ростверка 7х24м. Согласно п. 6.1 СП 25.13330.2020 [53] реконструкция производится по I принципу.

Таблица 6 – Сведения и данные об объекте

Наименование сооружения	Уровень ответственности	Габариты ростверка в плане, м	Конструкция	Тип фундамента	Длина сваи, м	Нагрузка на сваю
Опора	I (повышенный)	7х24 м	Столбовые опоры	Свайный	12	До 3000 кН

Согласно п. 6.2.2 СП 493.1325800.2020 [58], таблице 6.2.2 глубина скважины должна быть не менее 10-12 м (ниже конца сваи 3-5м), учитывая, что проектируемая реконструкция будет проведена по I принципу, в соответствие с техническим заданием (длина сваи 12 м), окончательная глубина скважины принимается 15 м.

По результатам анализа взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой составлена расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета несущей способности (лист 3).

3.3 Обоснование видов и объемов работ

В соответствии с п. 5.6 СП 446.1325800.2019 [57] и таблицей 6.2.1 СП 493.1325800.2020 [59] расстояние между инженерно-геологическими скважинами для сооружения повышенного уровня ответственности при III категории сложности составляет 10-15 м.

Учитывая габариты проектируемой опоры 7*24 м и ранее проведенные изыскания (2018 г) и требования действующей нормативной документации проектируем бурение 2х скважин. Местоположение проектируемых выработок показано на плане масштаба 1:500.

В подготовительный и камеральный период производится сбор и изучение архивных материалов по конкретной площадке и прилегающей территории, с целью

проведения анализа и прогноза изменения инженерно-геологических условий в период строительства и эксплуатации сооружения.

Виды работ для решения поставленных задач необходимо провести в соответствии с СП 25.13330.2020 [53], СП 493.1325800.2020 [59], СП 35.13330.2011 [55].

3.3.1 Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет

В состав материалов, подлежащих сбору и обработке, следует, как правило, включать сведения о климате, гидрографической сети, рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических, инженерно-геологических и криогенных процессах, физико-механических свойствах грунтов, сведения о характере распространения многолетнемерзлых грунтов, их составе, свойствах, льдистости, засоленности, глубинах сезонного промерзания и оттаивания, средней годовой температуре грунтов, залегании повторно-жильных и пластовых льдов, составе и свойствах грунтов слоев сезонного промерзания и оттаивания, криогенных процессах и образованиях, условиях залегания, обильности и химическом составе подземных вод, об изменениях геокриологических условий под влиянием естественных и техногенных факторов, опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

3.3.2 Рекогносцировочное обследование, включая маршрутные наблюдения

В процессе рекогносцировочного обследования территории следует осуществлять:

- осмотр места изыскательских работ;
- визуальную оценку рельефа;
- описание водопроявлений;
- описание геоботанических индикаторов геокриологических, гидрогеологических условий;
- выявление прямых и косвенных корреляционных связей между компонентами ландшафтов и инженерно-геокриологическими условиями;
- описание внешних проявлений геологических, инженерно-геологических и криогенных процессов с оценкой их интенсивности, площади развития;
- описание всех видов техногенных нарушений естественных ландшафтов и их влияния на геокриологические условия;
- выявление сооружений и инженерных коммуникаций с признаками деформаций из-за оттаивания грунтов оснований, криогенного пучения и растрескивания грунтов, установление причин деформаций, активизации криогенных процессов и их влияния.

Маршруты рекогносцировочных обследований должны по возможности пересекать все основные контуры, выделенные по результатам других видов съемки.

3.3.3 Топографо-геодезические работы

До начала буровых работ геодезистом отдела инженерно-геодезических изысканий проводится вынос намеченных скважин в натуру в присутствии ответственного исполнителя работ, выполняется рекогносцировочное обследование территории изысканий с целью выявления характерных особенностей и возможностей подъезда к намеченным скважинам, а также современных физико-географических явлений.

Проектом предусмотрена привязка 2 горных проходов, с проведением в них термометрических замеров. Проектом предусмотрены геофизические работы (наблюдения за сейсмичностью - ПНСМ), которые также необходимо проводить в количестве 2х испытаний. Таким образом, общее количество точек для привязки – 4.

3.3.4 Буровые работы

Бурение скважин осуществляется колонковым способом, диаметром до 151 мм рейсами по 1,0 м.

По окончании буровых работ производится обсадка пластиковыми трубами, для последующих замеров в них температуры грунтов во всех скважинах.

3.3.5 Опробование

Отбор образцов грунта, упаковка, доставка в лабораторию и хранение производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014 [5], воды – ГОСТ Р 51592-2000.

Опробование должно быть достаточное для достоверного определения геолого-литологических условий участка проектируемого строительства.

Отбор проб грунтов должен выполняться таким образом, чтобы согласно ГОСТ 20522-2012 [32] лабораторных наблюдений было не менее 10 для физических показателей и не менее 6 – для механических свойств грунтов.

Числовой характеристикой опробования является шаг и интервал опробования.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$$n = H_{ср}/N * \text{кол-во скважин} (2)$$

где n - интервал опробования, м,

$H_{ср}$ – средняя мощность инженерно-геологического элемента, м,

N – необходимое количество образцов.

Таблица 7 - Интервалы опробования ИГЭ

Номер ИГЭ	Интервал для физических характеристик	Интервал для механических характеристик
ИГЭ-1а	0,1	0,1
ИГЭ-3а	1,0	3,3
ИГЭ-2б	0,1	0,1
ИГЭ-3а*	0,4	0,7
ИГЭ-5а	2,0	3,0
ИГЭ-5а*	0,6	1,0
ИГЭ-10а*	0,2	0,4

Учитывая полученные интервалы и ранее проведенные изыскания, принять интервалы опробования в грунтах составит 1,0 – 2,0м, при резком изменении свойств уменьшается до 0,2-0,3м.

Таблица 8 – Необходимое количество образцов и частных значений характеристик грунтов

№ ИГЭ	Природная (суммарная) влажность	Влажность на границе раскатывания	Влажности на границе текучести	Плотность грунта	Плотность частиц грунта	Удельное сцепление, угол внутреннего трения	Гранулометрический состав	Сопротивление сдвигу по поверхности смерзания	Предел прочности на одноосное сжатие	Количество образцов	
										Монолиты	Образцы нарушенной структуры
ИГЭ-1а	10	-	-	-	10	-	10	-	-	-	10
ИГЭ-2б	10	-	-	-	10	-	10	-	-	-	10
ИГЭ-3а	10	-	-	-	10	-	10	-	-	-	10
ИГЭ-3а*	10	-	-	-	10	-	10	6	-	-	10
ИГЭ-5а	10	10	10	10	10	6	10	-	-	10	-
ИГЭ-5а*	10	10	10	10	10	6	10	6	-	10	-
ИГЭ-10а*	10	10	10	10	10	6	10	6	6	10	-
ВСЕГО	70	30	30	30	70	18	70	18	6	30	40

Всего планируется отобрать:

- проб нарушенной структуры – 40 проб;
- проб ненарушенной структуры – 30 монолитов.

Кроме того, проектом предусмотрен отбор 3 проб поверхностной воды для определения стандартного химического анализа с определением агрессивной углекислоты.

А также с глубины 0,5, 1,0, 2,0 и 3,0 м отбираются пробы для определения коррозионной агрессивности грунтов к алюминию, свинцу, железу и бетону.

3.3.6 Полевые опытные работы

Согласно ГОСТ 28514-90 для крупнообломочного техногенного грунта (1а, 2б, 3а, 3а*) устанавливается метод определения плотности грунтов в полевых условиях. Метод заключается в установлении отношения массы пробы грунта к его объему при условии, что из слоя испытательного грунта отбирают пробу необходимого объема, которую замещают однородной средой с известной плотностью.

На основании приложения Г, Д СП 493.1325800.2020 [60] под проектируемый объект проводится полевые термометрические наблюдения, сейсморайонирование территории.

Термометрические наблюдения

Для термометрических наблюдений оборудуются все скважины. После окончания бурения скважины обсажены колонной пластиковых труб, изолированы от влияния поверхностных условий и выстояны (ГОСТ 25358-2020 [35]).

Полевые измерения температуры грунтов следует проводить по программе, соответствующей требованиям, приведенным в приложении А ГОСТ 25358-2020 [35], в целях:

- получения конкретных данных о температуре мерзлых, промерзающих и оттаивающих грунтов для их использования в теплотехнических расчетах при проектировании;
- оценки и прогноза устойчивости территории освоения;
- назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов зданий и сооружений и определения их несущей способности;
- контроля и оценки изменений, происходящих в тепловом режиме грунтов в результате возведения и эксплуатации зданий и сооружений или осуществления различных инженерных мероприятий.

Виды и объемы геофизических исследований соответствуют требованиям приложения Г СП 493.1325800.2020 [61].

Сейсмическое микрорайонирование (сейсморазведка КМПВ) выполняется с целью количественной оценки влияния местных условий (состав, физико-механические свойства грунтов, положение уровня грунтовых вод, особенности рельефа и др.) на сейсмичность площадки, с указанием изменения интенсивности в баллах. Работа выполняется сейсмостанцией Лакколит Х-МЗ, в количестве 2 точек расстановки пнсм (пункт наблюдения сейсмического микрорайонирования) по площадке изысканий, плюс одна точка-эталон. Для возбуждения сейсмических волн применяется кувалда весом 10 кг.

3.3.7 Лабораторные работы

В соответствии с действующими нормативными документами следует выполнять лабораторные исследования свойств грунтов для определения:

- классификационных показателей мерзлых грунтов (влажность, плотность, гранулометрический состав, льдистость, засоленность, содержание органического вещества);
- физико-механических свойств мерзлых грунтов (прочностных);
- теплофизических свойств грунтов.

Лабораторные исследования свойств грунтов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 30416-2012 [38], ГОСТ 12248.8-2020 [20], ГОСТ 12248.9-2020 [21].

Лабораторные исследования химического состава поверхностных вод выполняют:

- для определения разновидности вод по физическим свойствам и химическому составу;
- оценки влияния поверхностных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов;
- оценки степени засоленности грунтов;
- оценки степени агрессивного воздействия поверхностной воды и грунтов на материалы конструкций, находящихся в зоне взаимодействия с подземными водами.

По данным о химическом составе поверхностных вод и грунтов выполняют оценку степени их агрессивного воздействия на конструкции из бетона и арматуру железобетонных конструкций согласно СП 28.13330.2017 (приложение В). При этом рекомендуется учитывать сезонное изменение химического состава воды и, как следствие, изменение их агрессивности (выщелачивающая агрессивность воды обычно возрастает в паводковый период, а сульфатная агрессивность – зимой).

Проектом предусмотрены следующие виды лабораторных работ на основании требований п. 5.1.6 СП 354.1325800.2017 [58]:

- влажность грунта;
- истираемость в полочном барабане;
- касательные силы пучения;
- плотность и плотность частиц грунта;
- гранулометрический состав;

- влажность на границах раскатывания и текучести, число пластичности и показатель текучести для глинистых грунтов и глинистого заполнителя крупнообломочных грунтов;
- суммарная льдистость грунта;
- сопротивление мерзлого грунта сдвигу по поверхности смерзания;
- предел прочности на одноосное сжатие;
- определение коррозионной агрессивности грунтов: к стали, свинцовым оболочкам и ж.б;
- стандартный химический анализ поверхностных вод и их коррозионная активность.

Всего планируется отобрать:

- проб нарушенной структуры – 40 проб;
- проб ненарушенной структуры – 30 монолитов.

Кроме того, проектом предусмотрен отбор 3 проб воды для определения стандартного химического анализа с определением агрессивной углекислоты (из каждого встреченного водоносного горизонта отбираются не менее трех проб воды).

А также с глубины 0,5, 1,0, 2,0 и 3,0 м отбираются пробы для определения коррозионной агрессивности грунтов к алюминию, свинцу, железу и бетону.

3.3.8 Камеральные работы

Камеральная обработка материалов должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СП 354.1325800.2017 [58], СП 493.1325800.2020 [61], ГОСТ 20522-2012 [34]. Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ (текущую, предварительную) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательную камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).

Текущую обработку материалов необходимо производить с целью обеспечения контроля за полнотой и качеством инженерно-геологических работ и своевременной корректировки программы изысканий в зависимости от полученных промежуточных результатов изыскательских работ.

Объемы проектируемых работ приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Объемы проектируемых работ

Наименование работ	Единица измерения	Проектируемые работы	Методика определения
Подготовительные работы			
Рекогносцировочное обследование и маршрутные наблюдения	Км	0,5	СП 11-105-97
Предварительная разбивка и плано-высотная привязка геологических выработок	Точка	4	СП 317.1325800.2017
Полевые работы			
Колонковое бурение скважин диаметром до 160 мм	скв./пог.м	2/30	РСН 74-88
Термометрические наблюдения	Скв	2	ГОСТ 25358-2020
Отбор монолитов связных грунтов	Монолит	30	ГОСТ 12071-2017
Отбор проб нарушенной структуры	Проба	40	
Отбор проб воды	Проба	3	ГОСТ 31861-2012
Микросейсмораионирование	Точка	2	СП 14.13330.2018
Определение плотности методом лунки	Проба	40	ГОСТ 28514-90
Лабораторные исследования			
Определение природной влажности	определений	70	ГОСТ 5180-2015
Определение влажности на границе раскатывания	определений	30	
Определение влажности на границе текучести	определений	30	
Определение плотности грунта	определений	30	
Определение плотности частиц грунта	определений	70	
Определение гранулометрического состава	определений	70	
Суммарная льдистость	определений	70	ГОСТ 5180-2015
Истираемость в полочном барабане	определений	40	Методика ДальНИИС
Определение содержания органических примесей	определений	70	ГОСТ 23740-2016
Определение степени засоленности легко- и среднерастворимыми солями	определений	40	ГОСТ 25100-2020
Предел прочности на одноосное сжатие мерзлых грунтов	определений	6	ГОСТ 12248.9 -2020
Одноплоскостной срез по поверхности смерзания	определений	18	ГОСТ 12248.8 -2020
Коррозионная агрессивность грунтов: к стали и ж.б., свинц. об-ке	Проба	12	ГОСТ 9.602-2016, СП 28.13330.2017
Стандартный химический анализ воды	Проба	3	
Камеральные работы			
Технический отчет	Отчет	1	СП

Наименование работ	Единица измерения	Проектируемые работы	Методика определения
			354.1325800.2017, СП 493.1325800.2020

3.4 Методика проектируемых работ

3.4.1 Топографо-геодезические работы

До начала буровых работ геодезистом от дела инженерно-геодезических изысканий проводится вынос намеченных скважин в натуру в присутствии ответственного исполнителя работ, выполняется рекогносцировочное обследование территории изысканий с целью выявления характерных особенностей и возможностей подъезда к намеченным скважинам, а также современных физико-географических явлений.

3.4.2 Буровые работы

Проходку горных выработок следует осуществлять, как правило, механизированным способом. Выбор вида горных выработок, способа и разновидности бурения скважин следует производить исходя из целей и назначения выработок с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды [71].

Проектом предусматривается бурение 2 скважин глубиной до 15 м с отбором образцов нарушенного и ненарушенного сложения. Общий метраж бурения составляет 30 м.

В основу разработки типовых конструкций инженерно-геологических скважин положены следующие принципы:

1. Конструкции скважин должны отвечать современному состоянию производства изысканий и возможному их техническому прогрессу;
2. Конструкции скважин должны исходить или, по крайней мере, учитывать существующие нормативно-методические документы;
3. Конструкции скважин в известном смысле должны учитывать современное техническое оснащение буровыми станками.
4. Конструкции скважин должны учитывать возможность применения самых прогрессивных способов бурения;
5. Конструкции скважин должны способствовать повышению экономической эффективности буровых работ и инженерно-геологических изысканий в целом.

Геологический разрез скважины С-7 представлен с поверхности насыпной грунт до глубины 4,8 м (сезонномерзлый), далее до глубины 9,0 м залегает мерзлый насыпной грунт (VI категория буримости), ниже мощностью 5,0 м залегает супесь мерзлая (VI категория буримости).

Для данного геологического разреза можно применить типовую конструкцию скважины II типа группы «б». Выбор конструкции скважины определяется глубиной и диаметром скважины [72].

Конструктивные особенности приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Конструкция скважины

Вид скважины по диаметру	Тип скважины	Группа скважин	Глубина скважин, м	Диаметр скважин, мм	Число колонн обсадных труб	Особенности геологического разреза	Вид изысканий и характер использования скважин
Малого диаметра	II	Б	7-30	108-168	1	Неустойчивые породы, требующие закрепления	Инженерно-геологическое и гражданское строительство

Конструкция скважины показана на листе 4 графических приложений.

Выбор способа бурения

Вид и способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность. Скважины планируется пройти колонковым механическим способом «всухую» с полным отбором керна. Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее широко применяемых на инженерных изысканиях способов проходки скважин. Основными преимуществами его являются возможность проходки скважины почти во всех разновидностях горных пород, простота технологии, высокое качество производства работ, повышенная производительность, возможность получения керна без нарушения природного сложения грунта.

Выбор буровой установки и технологического инструмента

Для буровых работ будет использоваться буровая установка УРБ-2А-2. Установка УРБ-2А-2 смонтирована на шасси автомобиля ЗИЛ.

Буровая установка УРБ 2А2 предназначена для инженерно-геологических работ необходима спецтехника, которая позволит правильно пробурить поисковую скважину (газ, нефть или полезные ископаемые) или организовать штрек для подачи подземных вод на поверхность. Все чаще для этих целей используется установка УРБ-2А2, которая может быть установлена на различной базе. В стандартной комплектации — это ЗИЛ-131, который имеет повышенные характеристики проходимости.

Таблица 11 - Технические характеристики буровой установки УРБ-2А2

Глубина бурения (м) структурно-поисковых скважин с промывкой геофизических скважин - с промывкой - с продувкой - шнеками	300 100 30 30
Начальный диаметр бурения с промывкой (мм)	190
Конечный диаметр бурения с промывкой (мм) - структурно-поисковых скважин - геофизических скважин	93 118
Диаметр бурения с продувкой (мм)	118
Диаметр бурения шнеками (мм)	135
Частота вращения бурового снаряда, с ⁻¹	2,2; 3,55; 5,12
Грузоподъемность на элеваторе (кН)	51
Наибольший крутящий момент (Нм)	2010
Ход вращателя (мм)	5200
Скорость подъема бурового снаряда (м/с)	0-1,25
Габаритные размеры в транспортном положении (мм)	7850x2500x3300
Габаритные размеры в рабочем положении (мм)	7850x2500x8200
Масса установки (кг)	Не более 10 100
Буровой насос НБ-50 Наибольшая объемная подача бурового насоса (м ³ /с) Наибольшее давление на выходе из бурового насоса (МПа)	0,011 6,3
Компрессор К-5А Производительность компрессора (м ³ /мин) Наибольшее избыточное давление на выходе компрессора (МПа)	5 0,8

Породоразрушающий инструмент.

Для колонкового бурения используются твердосплавные коронки. Они используются для бурения мягких и твердых пород.

Твердосплавная коронка представляет собой металлический корпус (короночное кольцо) с резьбой в верхней части для соединения с колонковой трубой. В торцевой и боковой нижних частях корпуса расположены промывочные каналы, а также объёмные и подрезные резцы, обеспечивающие разрушение горных пород на забое скважины и поддержание постоянным на данном интервале диаметра её ствола.

Для пород применяются твердосплавные ребристые коронки СМ5 диаметром наружным 151 мм при вращательном бурении.

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины, подъема бурового снаряда из скважины, транспортировки керна и ликвидации аварий. Проектируется использование стальных бесшовных труб СБТ МЗ 50. Колонковые трубы предназначены для приёма керна,

последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения. Обсадные трубы предназначены для закрепления неустойчивых стенок скважин, исключительно в насыпных грунтах, с целью их опробования или эксплуатации и для других целей.

Технология бурения

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее распространенных способов проходки скважин при инженерных изысканиях. Обычно оно ведется укороченными рейсами (0,5–1,5 м) Бурение «всухую» применяется для бурения плотных глинистых и рыхляковых пород (гравийные и дресвяные грунты, глинистые грунты–суглинки и супеси с включениями гравия и щебня более 20%). Осуществляется твердосплавными коронками при частоте вращения бурового снаряда не более 60–150 об/мин, при осевой нагрузке на буровую коронку до 14,4 кН. Заклинивание керна производится путем затирки «всухую», для чего необходимо последние 0,05–0,1 м рейса проходить с повышенной осевой нагрузкой на забой. Механическая скорость колонкового бурения «всухую» в зависимости от грунтов колеблется от 0,05 до 0,5 м/мин. Хотя данный вид бурения носит название «всухую», он ведется либо при наличии воды в скважине, либо с подливом.



Рисунок 3 – Бурение скважины

3.4.2.1 Отбор образцов

Отбор образцов осуществляется обуривающим грунтоносом ГО-1. Наружный диаметр корпуса-127мм. Внутренний диаметр башмака - 96мм. (под бумажную гильзу).

3.4.2.2 Ликвидация скважины

Ликвидация скважины производится по индивидуальному плану работ. Конкретный порядок действий по ликвидации скважины устанавливается техническими службами бурового предприятия с учетом конкретных условий ликвидации скважины.

При разработке плана на ликвидацию скважины необходимо учитывать следующие положения. Ликвидацию необходимо выполнять путем заполнения скважин породой, извлеченной на поверхность в процессе бурения. После завершения ликвидационных работ необходимо составить акт, в котором указывается количество ликвидируемых скважин.

3.4.3 Полевые опытные работы

На территории участка проводятся:

- Сейсмическое микрорайонирование
- Полевые измерения температуры грунта
- Полевое определение плотности крупнообломочных грунтов методом лунки

Виды и объемы работ должны соответствовать требованиям ГОСТ 25358-2020, ГОСТ 28514-90, РСН 66-87.

Сейсмическое микрорайонирование (сейсморазведка КМПВ) выполняется с целью количественной оценки влияния местных условий (состав, физико-механические свойства грунтов, положение уровня грунтовых вод, особенности рельефа и др.) на сейсмичность площадки, с указанием изменения интенсивности в баллах. Работа выполняется сейсмостанцией Лакколит X-M3, в количестве 2 точек расстановки пнсм (пункт наблюдения сейсмического микрорайонирования) по площадке изысканий, плюс одна точка-эталон. Для возбуждения сейсмических волн применяется кувалда весом 10 кг. При записи продольных волн удар наносится вертикально (система Z-Z), поперечных – горизонтально в двух противоположных направлениях, перпендикулярных линии расстановки сейсмоприемников (система Y-Y). Две записи при регистрации поперечных волн необходимы для определения времени первых вступлений и корреляции их на сейсмограмме. Это связано с тем, что поперечные волны обладают свойством инверсии при смене направления удара. Для регистрации продольных волн применяются вертикальные сейсмоприемники GS20-DX, для поперечных волн – горизонтальные GS20-DX-2B. База сейсмозондирования составляет 46 метра при равномерной расстановке сейсмоприемников через 2 метра.

Предварительная разбивка точек геофизического обследования территории производится инструментальным способом с точек геодезического обоснования. В случаях

изменения точек геофизического обследования на площадке изысканий от разбитого положения, по окончании полевых работ выполняется окончательная их привязка.

Согласно ГОСТ 25358-2020 [35] **полевые измерения температуры грунтов** должны проводиться по программе, соответствующей требованиям, приведенным в приложении А ГОСТ 25358-2020 [35], в целях:

- получения конкретных данных о температуре мерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов для использования их в теплотехнических расчетах при проектировании;
- оценки и прогноза устойчивости территории освоения;
- назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов зданий и сооружений и определения их несущей способности;
- контроля и оценки изменений, происходящих в тепловом режиме грунтов в результате возведения и эксплуатации зданий и сооружений или осуществления различных инженерных мероприятий.

Измерения температуры грунтов должны проводиться в заранее подготовленных и выстоянных термометрических скважинах переносными или стационарными термоизмерительными комплектами, представляющими собой гирлянды электрических датчиков температуры с соответствующей измерительной аппаратурой, устройствами для накопления информации (логгеры) в автоматическом режиме и дистанционной передачи данных или гирлянды «заленивленных» ртутных термометров; допускается применение отдельных датчиков, в том числе малоинерционных.

На опытных площадках и в основаниях зданий и сооружений допускается установка датчиков температуры непосредственно в грунт с обязательным соблюдением мер, обеспечивающих надежность работы аппаратуры в течение планируемого периода наблюдений. По специальному заданию на изыскания (мониторинг) измерение температуры допустимо определять с помощью зондов, снабженных температурными датчиками.

Полевое определение плотности методом лунки заключается в установлении отношения массы пробы грунта к его объему при условии, что из слоя испытательного грунта отбирают пробу необходимого объема, которую замещают однородной средой с известной плотностью.

На поверхности подлежащего испытанию слоя разравнивают площадку, соответствующую размерам листа основания, и на эту поверхность помещают лист основания и закрепляют его, исключая возможность смещения. Под круглым отверстием

листа выкапывают лунку с примерно вертикальными стенками таким образом, чтобы избежать нарушения естественного сложения.

3.4.4 Лабораторные работы

В лаборатории по монолитам связных грунтов определяется полный комплекс физико-механических свойств. Виды лабораторных определений свойств грунтов назначены в соответствии с требованиями СП 493.1325800.2020 [61].

Лабораторные работы по определению физико-механических свойств грунтов планируется проводится в Комплексной лаборатории института «Сибгипротранспуть» - филиал АО «Росжелдорпроект» согласно действующим нормативным документам. Все приборы должны иметь государственную метрологическую проверку.

Гранулометрический состав определяется с помощью ситового метода, по ГОСТ 5180-2015 [42].



Рисунок 4 - Ситовый метод определения гранулометрического состава [79].

Влажность грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта.

Во время проведения испытания пробу грунта в закрытом стаканчике взвешивают. Стаканчик открывают и вместе с крышкой помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре $105 \pm 2^\circ\text{C}$.

Песчаные грунты высушивают в течение 3ч, а остальные 5ч. Последующие высушивания песчаных грунтов производят в течение 1ч, остальных- в течение 2ч.

После каждого высушивания грунт в стаканчике охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием до температуры помещения и взвешивают. Высушивание производят до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0.02 г. ГОСТ 5180-2015 [42].

Влажность на границах раскатывания и текучести определяется с помощью раскатывания в жгутики, и конусом Васильева по ГОСТ 5180-2015 [42].



Рисунок 5 - Конус Васильева [80].

Число пластичности и показатель текучести для глинистых грунтов.

Число пластичности I_p , % — это характеристика грунтов, отражающая их способность удерживать воду. Вычисляется как разность между пределами текучести и раската, то есть это процентное содержание воды, которое придётся добавить к грунту, чтобы он из пластичного состояния перешел в текучее.

Плотность мерзлых грунтов определяют методом взвешивания образца грунта в нейтральной жидкости, согласно ГОСТ 5180-2015 [42].

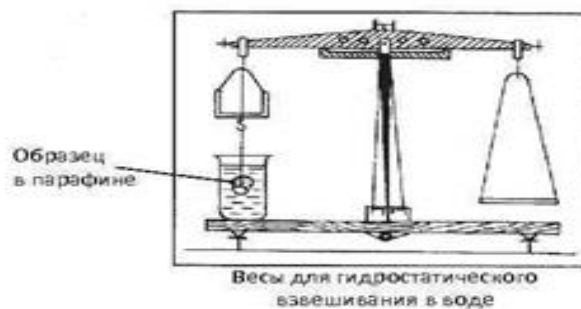


Рисунок 6 – Весы для гидростатического взвешивания в воде [78].

Плотность частиц грунта – определяется пикнометрическим методом по ГОСТ 5180-2015 [42].



Рисунок 7 - Пикнометр для определения плотности частиц грунта [78].

Суммарная льдистость L_c — это отношение объёма льда, содержащегося в грунте, к объёму мерзлого грунта, выраженное в долях единицы. Она определяется по формуле:

$$L_c = L_v + L_{ц},$$

где $L_{ц}$ - льдистость за счет льда-цемента;

L_v - льдистость за счет ледяных включений [82].

Определение степени засоленности легко и среднерастворимыми солями выполняется в соответствии с ГОСТ 25100-2020 [34].

Истираемость (износ) щебня (гравия) определяют по потере массы зерен при испытании пробы в полочном барабане. Методика ДальНИИС [84].



Рисунок 8 - Полочный барабан КП-123 [76].

Сопротивление мерзлого грунта сдвигу по поверхности смерзания будут выполнено с помощью прибора одноплоскостного среза для испытания мерзлых грунтов автоматизированного ГТ 1.2.14 Асис Стандарт, по ГОСТ 12248.8-2020 [20].



Рисунок 9 - Прибор одноплоскостного среза для испытания мерзлых грунтов автоматизированный ГТ 1.2.14 [82].

Предел прочности на одноосное сжатие определяют как отношение приложенной к образцу вертикальной нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади его первоначального поперечного сечения.

Предел прочности на одноосное сжатие будет выполняться в автоматизированном испытательном комплексе АСИС с комплектом оборудования для

испытаний образцов мерзлых грунтов методом одноосного сжатия, по ГОСТ 12248.9-2020 [21].



Рисунок 10 - Автоматизированный испытательный комплекс АСИС с комплектом оборудования для испытаний образцов мерзлых грунтов методом одноосного сжатия [83].

Для оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали определяют удельное электрическое сопротивление грунта, измеренное в полевых или лабораторных условиях, и среднюю плотность катодного тока при смещении потенциала на 100 мВ отрицательней стационарного потенциала стали в грунте. Если при определении первого показателя (удельного электрического сопротивления грунта) установлена высокая коррозионная агрессивность грунта, то другой показатель не определяют. По отобранным пробам воды выполняется стандартный химический анализ с определением агрессивной углекислоты. ГОСТ 9.602-2016 [85].

Статистическая обработка показателей свойств грунта и разделение грунтов на инженерно-геологические элементы выполнены согласно ГОСТ 20522-2012 [32].

Частные, нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств выделенных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) представляются в сводной ведомости физико-механических свойств грунтов.

3.4.5 Камеральные работы

В процессе инженерно-геологических изысканий ответственным исполнителем работ на объекте, исходя из конкретной обстановки и требований нормативных документов, в программу работ вносятся изменения и дополнения.

При камеральной обработке полевых и лабораторных работ выполняется анализ результатов исследований с составлением инженерно-геологических разрезов, графиков, таблиц.

На площадке изысканий проводятся геофизические исследования с целью определения сейсмичности площадки методом сейсмических жесткостей. Выполняется уточнение исходной сейсмичности. Определяется величина разности потенциалов блуждающих токов и удельное электрическое сопротивление грунтов.

Текстовая часть технического отчета для разработки проекта должна содержать следующие разделы и сведения в соответствии с п. 7.2 СП 493.1325800.2020 [61]:

Введение – основание для производства работ, местоположение участка работ, виды и объемы выполненных работ, сроки их проведения, методы отдельных видов работ, состав исполнителей.

Изученность инженерно-геологических условий – характер, назначение и границы участков ранее выполненных инженерных изысканий, наименование организаций-исполнителей, период производства и основные результаты работ, возможности их использования для установления инженерно-геологических условий.

Физико-географические и техногенные условия – климат, рельеф, геоморфология, гидрография, сведения о хозяйственном освоении территории.

Геологическое строение района и свойства грунтов – стратиграфические комплексы, условия залегания грунтов, литологическая характеристика выделенных слоев грунтов по генетическим типам, характеристика состава, состояния, физических и механических свойств, выделенных ИГЭ.

Специфические грунты – наличие и распространение специфических грунтов, литологический состав, состояние и свойства этих грунтов.

Гидрогеологические условия района – подробно характеризуются водоносные горизонты: условия их питания и разгрузки, водовмещающие породы и фильтрационные характеристики, режим водоносного горизонта, химический состав и агрессивность.

Результаты статического зондирования - изменение величины удельного сопротивления грунта под конусом зонда и по боковой поверхности по выделенным ИГЭ, нормативные значения модуля деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения по результатам статического зондирования;

Геологические и инженерно-геологические процессы – наличие и распространение геологических и инженерно-геологических процессов, факторы и условия развития, прогноз развития процессов во времени.

Заключение – краткие результаты выполненных инженерно-геологических изысканий.

Список литературы – перечень фондовых материалов, использованных при составлении отчета.

Текстовые приложения:

- сводная ведомость показателей физико-механических свойств грунтов;
- результаты определения коррозионной агрессивности грунтов к металлам, бетонным ж.б. конструкциям;
- копия паспортов испытаний грунта;
- результаты химического анализа проб воды;
- каталог координат геологических выработок.

Графические приложения:

- карта фактического материала;
- карта сейсмического микрорайонирования;
- карта инженерно-геологического районирования;
- инженерно-геологические разрезы.

3.5 Безопасность проектируемых работ и охрана окружающей среды

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Настоящим проектом запроектированы инженерно-геологические изыскания на территории железнодорожного моста. В состав проектируемых работ входит: рекогносцировочные исследования участка работ, полевое обследование с отбором проб, камеральная обработка полученных данных и составление итогового отчета. Работы будут производиться в летний период.

3.5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Инженерно-геологические изыскания на объекте работ выполняются в соответствии с «Правилами техники безопасности при геологоразведочных работах» и организационно-техническим предписанием по охране труда и технике безопасности.

3.5.2 Производственная безопасность

В результате проведения инженерно-геологических изысканий человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно. Эти опасности принято называть опасными и вредными производственными факторами. Все опасные и вредные

производственные факторы, формирующиеся при проведении инженерно-геологических изысканий представлены в таблице в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [6].

Таблица 12 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при проведении инженерно-геологических изысканий

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные Документы
	Архивы	Полевые/лабораторные работы	Обработка данных	
1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе		+/		ГОСТ 12.2.003-91 [17] ГОСТ 12.2.062-81 [19]
2. Превышение уровня шума и вибрации		+/		ГОСТ 12.3.009-76 [21]
3. Тяжесть физического труда		+/		ГОСТ 12.4.011-89 [23]
4. Отклонение показателей микроклимата в помещении	+	/+	+	ГОСТ 12.4.125-83 [25] ГОСТ 12.1.005-88 [9]
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	/+	+	ГОСТ 23407-78 [32] ГОСТ 12.1.030-81 [13]
6. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону		/+		ГОСТ 12.1.006-84 [52] ГОСТ 12.1.038-82 [14]
7. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования		+/		ГОСТ 12.1.003-2014 [7] ГОСТ 12.4.002-97 [22] ГОСТ 12.4.024-76 [24]
8. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+/+	+	ГОСТ 12.1.007-76 [10] ГОСТ 12.1.004-91 [8] ГОСТ 12.1.045-84 [15] ГОСТ 12.1.012-2004 [11] ГОСТ 17.4.3.04-85 [30]

3.5.3 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия

Полевой этап

3.5.3.1 Отклонение показателей климата на открытом воздухе

На территории реконструкции опоры моста планируется вести работы в летний период, соответственно, необходимо рассмотреть воздействие факторов микроклимата на организм человека в теплое время года.

Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, величину атмосферного давления. Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на самочувствие человека.

Неблагоприятные метеорологические условия приводят к быстрой утомляемости, повышают заболеваемость и снижают производительность труда.

Так как полевые работы проходят в весенне-летний период, рассмотрим, к чему могут привести высокие температуры воздуха.

Климат рассматриваемой территории отличается резко выраженной континентальностью, засушливостью, зима здесь суровая, а летний сезон непродолжительный, уже в конце августа-начале сентября наблюдаются заморозки. Многолетняя средняя годовая температура воздуха положительная $-3,4^{\circ}\text{C}$.

При высоких температурах происходит перегревание организма, усиливается потоотделение, нарушается водно-солевой баланс.

Для профилактики перегревания и его последствий нужно:

- организовать рациональный режим труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха.
- использовать средства индивидуальной защиты (воздухопроницаемая и паропроницаемая спецодежда, головные уборы).

3.5.3.2 Превышение уровней шума и вибрации

При производстве инженерно-геологических изысканий на участке реконструкции моста вибрация и шум имеют крайне широкое распространение (преимущественно при эксплуатации бурового оборудования при проходке скважин).

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. Шум ухудшает условия труда и оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно – от повышения утомляемости и затруднений в восприятии речи до необратимых изменений в органах слуха. Предельно допустимые уровни шума регламентируются ГОСТ 12.1.003-2015 [6].

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумовые подшипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Источником вибрации при производстве инженерно-геологических работ является буровая установка.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [11].

Таблица 13 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012- 2004) [11]

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–
Локальная вибрация	–	–	–	115	109	109	109	109	109	109	109
Транспортно-технологическая вибрация	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–

В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве [47].

3.5.3.3 Тяжесть физического труда

По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в руководстве по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса (Р 2.2.2006-05).

В проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции моста предусматривается бурение скважин глубиной 15 м. Согласно табл. 17 руководства [37], по большинству показателей тяжести трудового процесса класс условий труда является оптимальным. По показателю б (наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену) – более 51, но менее 100 раз за смену – допустимый класс. По рабочей позе – класс вредный первой степени (нахождение в позе стоя до 80 % времени смены). По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течении рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени (до 20 кг и более 20 кг соответственно).

Для облегчения тяжелого физического труда используется автоматизация, и правильная организация рабочего времени.

Проведя анализ вредных факторов, действующих на рабочего в период полевых работ, можно сделать вывод о соответствии рабочего места принятым нормам.

3.5.3.4 Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

При проведении полевых работ используются буровые станки типа ПБУ-2, трактора и автомобильный транспорт различного назначения, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К числу которых относятся: проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне.

Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [19] ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91 [17].

При проведении работ по опробованию необходимо соблюдать технику безопасности, так как отбор проб будет осуществляться с помощью специальных инструментов (колонок, шнек). Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за острую кромку или заусенец инструмента можно получить травму вплоть до смертельного исхода. Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами; соблюдение формы одежды (все пуговицы на одежде должны быть застегнуты, полы одежды не должны болтаться); периодическая проверка технического состояния используемых при отборе проб инструментов, повышенное внимание на рабочем месте.

3.5.3.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

При полевых работах на открытой местности при некоторых условиях человек может подвергаться опасности воздействия электрического тока.

Проходя около опоры линии электропередачи, человек может попасть под шаговое напряжение и подвергнуться действию тока, проходящего через ноги, если он окажется в зоне растекания тока, проходящего в землю через опору в случае замыкания провода на опору или повреждения изоляторов. Находясь под проводами линии высокого напряжения, человек может оказаться под опасным воздействием электрического поля.

При грозе появляется повышенная опасность поражения атмосферным электричеством и прямым ударом молнии. При этом происходит потеря сознания, остановка или резкое угнетение самостоятельного дыхания, часто аритмичный пульс, расширение зрачков. Наблюдается синий цвет лица, шеи, грудной клетки, кончиков пальцев, а также следы ожога. Удар молнии может привести к остановке сердца. При прекращении работы сердца и остановки дыхания наступает смерть.

Движение в грозу необходимо немедленно прекратить. Металлические предметы необходимо оставить. На равнине нельзя во время грозы стоять у отдельных деревьев, в них может попасть молния.

Лабораторно-аналитические исследования, камеральные работы

3.5.3.6 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [65], микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и температуры окружающих поверхностей.

Субъективные ощущения человека меняются в зависимости от изменения параметров микроклимата.

В соответствии с постановлением РФ от 31 декабря 2020 года N 2467 [58] содержит конкретные санитарно-гигиенические требования к микроклимату в помещениях, где эксплуатируются ПЭВМ. В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.

Оптимальные нормы микроклимата для помещений приведены в СанПиН 2.2.4.548-96 [18]. Для повышения влажности воздуха в помещении с ВДТ и ПК следует применять увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной или кипяченой питьевой водой (можно разместить цветы или аквариум в радиусе 1,5м от компьютера).

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м². Для подачи в помещения свежего воздуха используются естественная вентиляция (проветривание) и кондиционирование [18].

3.5.3.7 Недостаточная освещенность рабочей зоны

При организации рабочего места играет важную роль обеспечение рационального освещения производственных помещений (СанПиН 2.2.4.3359-16). [65]

В дневное время производственные помещения следует освещать естественным светом. Естественное освещение зависит от времени года, времени суток, облачности, интерьера помещения. Естественное освещение осуществляется боковым светом через окна. Освещение должно обеспечиваться коэффициентом естественного освещения (КЕО) не ниже 0,5%,

В случаях, когда одного естественного освещения в помещениях недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и в светлое время суток [57].

В помещении предусмотрены потолочные светильники типа УСП35 с двумя люминесцентными лампами типа ЛБ-40. Для рабочих мест пользователей ПК уровень рабочей поверхности над полом составляет 0,8 м, а высота подвеса светильников - 2,4 м. Коэффициент пульсации в помещениях, оборудованных компьютерами не более 5%/

Располагать светильники необходимо вдоль длинной стороны помещения отдела. Расстояние между стенами и крайними рядами светильников принимается равным 1,34 м.

Значительную опасность при использовании газоразрядных ламп представляет так называемый стробоскопический эффект, который обусловлен, с одной стороны, пульсацией светового потока, с другой - зрительной инерцией, он создает травмоопасную ситуацию, увеличивает вероятность ошибок.

3.5.3.8 Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону

Лабораторные работы по исследованию грунтов для определения физико-механических свойств грунтов, по определению их коррозионной активности, а также химический анализ воды ведутся в Комплексной лаборатории института «Сибгипротранспуть» - филиал ОАО «Росжелдорпроект».

На работу в химико-аналитические лаборатории принимаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование для решения вопроса о возможности работы в лаборатории.

Вновь поступающие на работу допускаются к исполнению своих обязанностей только после прохождения вводного инструктажа о соблюдении мер безопасности, инструктажа на рабочем месте и после собеседования по вопросам техники безопасности. Периодический инструктаж должен проводиться на рабочем месте дважды в год.

Проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности во всей лаборатории и ведение журнала инструктажа осуществляет назначенное начальником лаборатории должностное лицо, в подчинении которого находятся ответственные рабочих помещений.

Проведение химико-аналитических анализов сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в здоровье человека.

Мероприятиями для соблюдения норм работы лаборатории является использование средств индивидуальной защиты и обеспечение безопасной концентрации вредных веществ в воздухе.

Все работающие в лаборатории должны быть обеспечены необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты согласно ПНД Ф 12.13.1-03 «Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях» [68].

Средства индивидуальной защиты:

1. При работе в химической лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани.

2. Для защиты рук от действия кислот, щелочей, солей, растворителей применяют резиновые перчатки. На перчатках не должно быть порезов, проколов и других повреждений. Надевая перчатки, следует посыпать их изнутри тальком.

3. Для защиты глаз применяют очки различных типов, щитки, маски [24].

3.5.3.9 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Электрические установки (компьютер, принтер, оборудование для анализа проб, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.) представляют для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает согласно ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)» [14]:

- термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов);
- электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава);
- биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

Основное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Опасным напряжением для человека является 42 В, а опасным током – 0,01 А [12]. По опасности поражения электрическим током помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории без повышенной опасности (согласно ПУЭ). В этих помещениях отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

К работе с электроустановками должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью и выполняемой работой. Перед началом работы на электроприборе рабочий персонал должен убедиться в исправности оборудования, проверить наличие заземления, при работе с электроустановками необходимо на пол постелить изолирующий коврик [16].

Во избежание несчастных случаев от действия электрического тока применяются основные правила безопасного пользования электроэнергией:

- не устраиваются временные электропроводки;
- не пользуются самодельными электронагревательными приборами, инструментом;
- постоянно следят за исправным состоянием электропроводки, распределительных щитков, выключателей, ламповых патронов, а также шнуров, при помощи которых электроприборы включаются в электросеть;
- замену ламп производят только при отключении выключателя.
- заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- увеличением поверхностей и объемной проводимости диэлектриков;
- установкой нейтрализаторов статического электричества.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65%.

3.5.4 Экологическая безопасность

Проблема охраны окружающей среды и геологической среды, в частности, весьма актуальна. При производстве полевого этапа инженерно-геологических изысканий для проектирования строительства завода карбонизации угля проходятся горные выработки, которые нарушают естественное состояние геологической среды.

Особенно это очень часто выражается в нарушении и загрязнении подземного стока грунтовых вод, являющихся основным источником водоснабжения и т.п.

Для предотвращения подобных явлений при производстве работ необходимо максимально снизить возможность загрязнения геологической среды продуктами ГСМ, полимерными добавками к промывочным жидкостям и т.п.

После завершения работ все горные выработки необходимо ликвидировать путем их засыпки песком и последующей затрамбовкой во избежание просадок поверхности земли, которые в свою очередь могут привести к развитию разного рода экзогенно-геологических процессов (оврагообразование, заболачивание, термокарст и т.д.).

При производстве работ в лесном массиве необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, а также не допускать загрязнения природы бытовыми и техническими отходами.

3.5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - неожиданная, внезапно возникшая обстановка на определенной территории в результате аварии, катастрофы опасного природного явления, стихийного или иного бедствия, которые могут привести к человеческим жертвам, ущербу здоровью людей или окружающей природной среде, материальным потерям и нарушению условий жизнедеятельности людей.

Исходя из классификации чрезвычайных ситуаций, на территории промплощадки возможны пожары (взрывы) в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов; пожары (взрывы) на объектах добычи; переработки; хранения горючих и легковоспламеняющихся веществ.

3.5.6 Землетрясения

По данным сейсмического районирования, территория Забайкальского района расположена в зоне опасности 7-, 8-, 9-балльных землетрясений (карты ОСР-2015) и может подвергнуться весьма опасным природным процессом согласно СП 115.13330.2016 [38] «Геофизика опасных природных воздействий». Опасность землетрясений возрастает к югу республики.

Территория проектируемого строительства характеризуется 7 балльной зоной.

В сейсмоопасных зонах необходимо заблаговременное проведение специальных мероприятий с целью снижения размеров катастрофических последствий от периодически происходящих землетрясений. Они, проявляясь непредсказуемо, сопровождаются разрушениями зданий, сооружений под воздействием возникающих при этом инерционных нагрузок.

Вместе с тем разрушительные последствия землетрясений могут быть прогнозированы и, следовательно, имеется возможность не только заблаговременно подготовиться и их ликвидации, но и провести, также заблаговременно, комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий по уменьшению объемов возможных разрушений, человеческих жертв.

Инженерно-технические мероприятия:

- сейсмостойкое строительство и ограничение строительства потенциально опасных объектов (ПОО) в сейсмоопасных районах с возможной интенсивностью землетрясений 7 – 9 баллов. Обязательным условием сейсмостойкого строительства является тщательный контроль за соблюдением строительных норм и правил;

- рациональное размещение и рассредоточение объектов при строительстве.

Организационные мероприятия:

- целенаправленная подготовка формирований, предназначенных для аварийно-спасательных работ, оснащение их современной поисковой аппаратурой и средствами механизации работ;
- организация постоянного контроля за сейсмической обстановкой, включающего проведение сейсмического мониторинга, а также прогнозирование возможных землетрясений.
- поддержание в постоянной готовности системы оповещения и информации об угрозе землетрясения и его возникновении, включая мобильные средства;
- подготовка населения к действиям в условиях землетрясения проводится на общих основаниях. Спецификой при этом является детализация обучения населения правилам поведения в различных условиях: подготовительные мероприятия при отсутствии землетрясения; действия при наличии прогноза и при внезапном возникновении землетрясения; действия после землетрясения.

3.5.7 Меры безопасности в чрезвычайных ситуациях

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла регламентируются Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [23].

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с должен быть не менее 0,999999 % предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека, а допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10-6 воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчете на каждого человека.

По пожарной и взрывной опасности, (согласно НПБ 105-03) [25], помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

К зданиям, в которых расположены лаборатория и помещения с ПЭВМ, предъявляются следующие общие требования [20]:

- наличие инструкций о мерах пожарной безопасности;
- наличие схем эвакуации людей в случае пожара;
- система оповещения людей о пожаре.

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

В помещении с ПЭВМ имеются электрические приборы, которые могут стать причиной возникновения пожара, а также деревянная мебель, пластиковые жалюзи, способные поддержать возникший пожар. Для предотвращения возникновения подобных случаев и обеспечения правильных действий во время пожара существует «Инструкция о мерах пожарной безопасности для офисов». Данная инструкция содержит информацию об общих требованиях пожарной безопасности, требованиях безопасности перед началом работы, во время и после окончания работы; регламентирует действия рабочих и служащих в случае пожара; в ней описаны средства пожаротушения и порядок их применения. Требования безопасности во время работы предполагают следующее [19]:

- постоянно содержать в чистоте и порядке свое рабочее место;
- проходы, выходы не загромождать различными предметами и оборудованием;
- не подключать самовольно электроприборы, исправлять эл. сеть и предохранители;
- не пользоваться открытым огнем в служебных и рабочих помещениях;
- не курить, не бросать окурки и спички в служебных и рабочих помещениях;
- не накапливать и не разбрасывать бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы и мусор;
- не хранить в столах, шкафах и помещениях ЛВЖ (бензин, керосин и др.);
- не пользоваться электронагревательными приборами в личных целях с открытыми спиралями;
- не оставлять включенными без присмотра электрические приборы и освещение;
- не вешать плакаты, одежду и другие предметы на электророзетки, выключатели и другие электроприборы.

К первичным средствам пожаротушения относятся несколько видов огнетушителей: ОУ-2, ОУ-5.

Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [23]. Требования и условия пожарной безопасности по совместному хранению веществ и материалов изложены в «Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности» [23]. Существенно снизить вероятность возникновения внутри производственных помещений вторичных пожаров и взрывов, ущерб от которых значительно выше, чем потери от первичных взрывов, позволяют сбросные трубопроводы, которые используются для отвода продуктов горения в безопасное место, например, в приемную буферную емкость или за территорию цеха.

На случай пожара в лаборатории всегда должны быть: огнетушитель (ОП-5 (з)); ведро с мелким песком; листовой асбест или асбестовая ткань; четыреххлористый углерод; пожарный рукав.

После окончания работы все производственные помещения должны тщательно осматриваться лицом, ответственным за пожарную безопасность.

Все работники предприятия допускаются к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходится дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров.

Противопожарный инструктаж на предприятии проводит главный инженер, на которого приказом по предприятию возложены эти обязанности. О проведении противопожарного инструктажа делают запись в журнале регистрации противопожарного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Пожарная безопасность регламентируется «Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности», регламентами, строительными нормами и правилами, межотраслевыми типовыми правилами пожарной безопасности, отраслевыми правилами пожарной безопасности, инструкцией пожарной безопасности применяемой на рассматриваемом предприятии, а с 1 января 1985 г. введен в действие Кодекс РФ об административных нарушениях, где сведены конкретные составы административных правонарушений не несущие уголовной ответственности, виды, размеры взысканий; указаны лица и органы уполномоченные рассматривать дела об указанных нарушениях.

3.5.8 Выводы по разделу

При проектировании инженерно-геологических изысканий под реконструкцию моста необходимо руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, строительными нормами и правилами, государственными стандартами Российской Федерации, сводами правил, а также иными федеральными нормативными документами, регулирующими деятельность в области производства инженерных изысканий.

Соблюдение техники безопасности труда при производстве инженерно-геологических изысканий является неотъемлемой частью всего комплекса работ.

Следует отметить, что не соблюдение правил безопасности ведения работ влечет за собой негативные последствия для жизни и здоровья человека.

Каждая организация уделяет особое внимание на соблюдение этих норм и правил, а также социальную поддержку работников компании.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целевым назначением данного раздела является оценка ресурсоэффективности планируемого проекта и экономическое планирование проведения комплекса работ по инженерно-геологическим изысканиям для реконструкции железнодорожного моста в Забайкальском крае на 7048 км Забайкальской железной дороги.

Для осуществления поставленной цели было необходимо выполнить следующие основные задачи:

- провести анализ конкурентных решений;
- произвести оценку проекта при помощи SWOT-анализа;
- выполнить организацию производства проектируемых работ;
- рассчитать сметную стоимость проектируемых работ;
- рассчитать экономическую эффективность проекта.

Комплекс работ в рамках проведения инженерно-геологических изысканий поделен на три основные группы: полевые, лабораторные и камеральные.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно-правового документа: справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99) [70].

4.1 Анализ конкурентных технических решений

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и могут поддаться риску, потому что имеют возможность возместить убытки.

Что касается отраслей, то не все предприятия могут пользоваться данным исследовательским проектом, а только проектные организации, занимающиеся

проведением инженерно-геологических изысканий для гражданского и промышленного строительства.

Проведя оценку рынка, основными сегментами рынка являются крупные и малые компании. Следовательно, наиболее перспективным сегментом в отрасли проектирования для формирования спроса является группа независимых крупных и малых компаний.

		Отрасль							
		Гражданское строительство	Промышленное строительство						
Размер	Крупные								
	Средние								
	Мелкие								
	ТИСИЗ		Сибнии		СГП		КПК		Росжелдорпроект

Рисунок 11 – Карта сегментирования рынка услуг

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

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

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

Проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки с помощью оценочной карты. Для этого отберем две организации, осуществляющих деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно Бк1) и в сфере геокриологического мониторинга (условно Бк2). Третья организация (Бф) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – построение карт геокриологического районирования на основании выполненных собственными силами инженерных изысканий.

Позиция продукта каждой организации оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумму должны составлять 1.

Среди технических критериев оценки ресурсоэффективности выделим следующие:

Повышение производительности труда пользователя. По данному критерию организация Бф проигрывает, т.к. комплексность работ снижает производительность, а специализация ее увеличивает.

Удобство в эксплуатации. Для заказчика комплексный подход всегда предпочтителен, поэтому организация Бф выигрывает о конкурентов.

Энергоэкономичность. Комплексность всегда ведет к экономии энергозатрат, организация Бф получает более высокую оценку.

Надежность. По данному критерию организация Бф уступает, т.к. комплексность, учитывая предпроектный этап работ, снижает надежность расчетов.

К экономическим критериям оценки эффективности отнесем следующие:

1. Конкурентоспособность продукта. Комплексный продукт более конкурентоспособен, этим организация Бф выигрывает о конкурентов.

2. Цена. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации материальных затрат больше, Бф получает более высокую оценку.

3. Срок выполнения работ. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации временных затрат больше (за счет независимости от исходных данных, которые находятся в рамках одной организации), Бф получает более высокую оценку.

4. Уровень проникновения на рынок. Новому продукту только предстоит занять место на рынке, в то же время существующие продукты уже занимают на рынке определенное место. Бф получает меньшую оценку.

5. Полученные результаты сведем в таблицу 1. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой организации.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 14.

Таблица 14 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00	0,40	0,50	0,50

2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00	0,50	0,30	0,30
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	4,00	4,00	0,50	0,40	0,40
4. Надежность	0,26	4,00	5,00	5,00	1,04	1,30	1,30
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	4,00	3,00	0,55	0,44	0,33
2. Цена	0,15	5,00	4,00	4,00	0,75	0,60	0,60
3. Срок выполнения работ	0,13	5,00	4,00	4,00	0,65	0,52	0,52
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00	5,00	0,15	0,25	0,25
Итого	1,00				4,54	4,31	4,20

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i, (7)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Конкурентоспособность разработки составила 4,54, в то время как двух других аналогов 4,31 и 4,2 соответственно. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как удобство эксплуатации для потребителей, цена и энергоэкономичность.

4.2.1 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа.

Таблица 15 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
--	--	---

	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения
	С4. Комплексность (клиенториентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
Возможности: В1. Появление спроса со стороны проектных организаций	При развитой клиентской базе проектная организация будет обеспечена большим количеством заказов. Не высокая затратность на выполнения комплекса услуг позволит расширить штат.	При снижении конкурентоспособности подобных разработок и при появлении спроса на новые может появиться возможность использования данной НИР в компаниях, использующих традиционные методы
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
Угрозы: У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)	В силу того, что в данной разработке используется более новая информация наряду со старой, то это может повысить спрос и конкуренцию разработки	Отсутствие финансирования ведет к невозможности получения допуска к дополнительным видам работ
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-» – слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	-	+	+
	B3	0	+	+	+
	B4	-	-	-	0
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	0	0
	У4	-	-	-	-
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	-	-
	B2	0	-	+	0
	B3	+	0	+	0
	B4	0	-	0	+
Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-

В результате проведения SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны технического проекта. Вследствие автоматизации технологического процесса повышается безопасность производства, экологичность технологии, снижаются затраты содержание и обслуживание оборудования, повышается энергоэффективность. Слабой стороной проекта, является занижение стоимости выполнения работ, а также всего комплекса работ.

4.3 Формирование плана и графика разработки и внедрения инженерного решения

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном проекте необходим ряд специалистов для выполнения качественной работы: директор компании, руководитель проекта (ГИП), инженер-геолог 1 категории, инженер-геофизик, буровой мастер, помощник бурильщика, лаборант.

Планирование работ важный этап проектирования, который позволяет распределить обязанности между исполнителями, рассчитать заработную плату сотрудников, а также выполнение работы в соответствии с договорными сроками.

Таблица 17 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания на производство инженерно-геологических изысканий (ИГИ)	Составление, согласование и утверждение технического задания	ГИП
Сбор, и обработка материалов изысканий прошлых лет	Анализ фондовых материалов, имеющихся у организации, ведомственных структурных единиц	Инженер-геолог 1 категории
Составление программы на производство ИГИ	Обоснование состава, объемов, методов и технологии выполнения ИГИ; последовательность выполнения и другие требования к выполнению ИГИ	Инженер-геолог 1 категории
Полевые работы, в т.ч. рекогносцировочное обследование	Намечать места размещения ключевых участков для проведения более детальных исследований, составления опорных разрезов, определения характеристик состава, состояния и свойств грунтов основных литогенетических типов, гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и т.п. с выполнением комплекса горнопроходческих работ, геофизических исследований	инженер-геолог 1 категории, буровой мастер, помощник бурильщика, инженер-геофизик
Лабораторные исследования грунтов и подземных вод	Определения состава, состояния, физических, механических, химических свойств грунтов, определения их нормативных и расчетных характеристик. Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод, а также водных вытяжек из глинистых грунтов необходимо выполнять в целях определения их агрессивности, оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов	Лаборант
Камеральная обработка	Составление технического отчета, статистическая обработка полученной информации, выдача рекомендаций для проектирования и строительства объекта	Инженер-геолог 1 категории, ГИП

Основные работы выполняются инженером-геологом и руководителем проекта.

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости тоже используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max i}}{5}, (8)$$

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

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

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

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, (9)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48, (10)$$

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

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

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

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу:

Таблица 18 – Календарный план-график проведения работ по производству инженерно-геологических изысканий

№	Вид работ	Исполнители	Ткi, календ. Дней	Продолжительность выполнения работ					
				Июль				Август	
				01.07- .02.07	02.07 - 07.07	08.07- 09.07	10.07- 14.07	15.07- 08.08	09.08.- 16-08
1	Разработка технического задания	ГИП/инжене р-геолог	1,5						
2	Сбор, и обработка материалов изысканий прошлых лет	ГИП/инженер- геолог	4,7						
3	Составле ние программ ы	ГИП/ инженер- геолог	1,8						
4	Полевые работы	буровой мастер/ помощник бурильщика /инженер- геофизик	4,3						
5	Лаборато рные исследов ания	лаборант	24,7						
6	Камеральная обработка	ГИП/инженер -геолог/ инженер- геофизик	6						

На основе плана-графика можно сделать вывод, что продолжительность работ займет 45 дней. Начало работ выпадает на 1 июля и выдача готовой технической документации – 16 августа.

4.4 Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения инженерных решений

4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчёт стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают

транспортно-заготовительные расходы (3-5 % от цены). Результаты по данной статье занесём в таблицу 19.

Таблица 19 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена за ед., руб.	Количество	Затраты на материалы, руб.
Полевые работы				
Лопата	Шт	715	2	1430
Пробоотборник	Шт	150	2	300
Мерная лента до 5 метров	Шт	450	1	450
Колонковая труба, d=151 мм, длина 4 м	Шт	7460	5	37300
Стрейч-пленка, ширина 500 мм	Шт	450	5	2250
Полиэтиленовые бутылки, объем 2 литра	Шт	12	6	72
Полиэтиленовый пакет	Шт	0,8	100	80
Книжка этикетная	пачка	22	4	88
Лабораторные работы				
Колбы мерные	Шт	250	10	2500
Бюксы алюминиевые	Шт	30	400	12000
Химические реактивы (комплекс)	Шт	2	3500	7000
Камеральные работы				
Бумага форматА4, А3	коробки	1950	3	5850
Скоросшиватель картонный	компл.	30	5	4350
Короб архивный	Шт	200	4	880
Ручка шариковая	Шт	20	10	2160
Скрепки	уп.	50	2	100
CD-диски	Шт	9	5	45
Линейки	шт.	35	4	140
Ежедневник	шт.	300	6	1800
ГСМ	Л	46,35	50	23175
Итого:				101 970

Сумма на материальные расходы составила 101 970 рубль (цены приняты для Забайкальского края).

4.4.2 Основная заработная плата исполнителей

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель проекта	Месячный оклад (Зм), руб	Количество месяцев работы без отпуска, при 5-ти дневной недели	Действительный годовой фонд рабочего времени, раб. дни	Продол-ть работ (Тр), раб. Дни	Итого
Руководитель проекта	75000	11	220	15	56250,0
Инженер-геолог 1 категории	42000	11	220	15	31500,0
Инженер-геофизик	40000	11	220	10,3	20600
Буровик	40000	11	220	4,3	8600,0
Помощник бурильщика	35000	11	220	4,3	7525,0
Лаборант	28000	11	220	24,7	34400,0

4.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей

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

В таблице 21 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 21 – Заработная плата исполнителей НТИ

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент доп. заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб	Итого, руб
Руководитель проекта	56250,0	0,135	7593,8	63843,8
Инженер-геолог 1 категории	31500,0		4252,5	35752,5
Инженер-геофизик	20600		2781,0	23381,0
Буровик	8600,0		1161,0	9761,0
Помощник бурильщика	7525,0		1015,9	8540,9
Лаборант	34400,0		4644,0	39044,0

4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная и дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент дополнительной заработной платы	Отчисления , руб
Руководитель проекта	63843,8	0,31	19791,6
Инженер-геолог 1 категории	35752,5		11083,3
Инженер-геофизик	23381,0		7248,1
Буровик	9761,0		3025,9
Помощник бурильщика	8540,9		2647,7
Лаборант	39044,0		12103,6

4.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, не учитываемые в п.п 4.4.1 – 4.4.3, например, затраты на печать, ксерокопирование, оплата интернета и прочих услуг связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле.

Накладные расходы – это затраты (расходы), которые нельзя прямо (без искусственного распределения) отнести на определенный объект (продукт, подразделение, канал сбыта, регион, клиент и т.п.).

Таким образом накладные расходы составляют 71550,9 рублей.

4.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Материальные затраты НИИ	101970	100000	117000
Специальное оборудование для научных работ	109000	109000	109000
Основная заработная плата	158875	169504	169504
Дополнительная заработная плата	21448,1	25425,6	25425,6
Отчисления на социальные нужды	55900,2	52825,9	52825,9
Накладные расходы (16% от суммы ст.1-5)	71550,9	71674,5	71674,5
Бюджет затрат	518744,2	529836,4	549556,4

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые

значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, (11)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, (12)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i-го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Адекватность разработки	0,2	5	4	4
2. Простота применения	0,2	4	5	4
3. Энергосбережение	0,4	4	5	4
4. Универсальность	0,1	4	4	3
5. Способствует росту производительности труда	0,1	4	5	4
ИТОГО	1	4,2	4,7	3,8

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{фипр}}^p$) и аналога ($I_{\text{фипр}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{Иен1}}{I_{Иен2}} \quad (13)$$

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог 1 (ИГИ без стационарных наблюдений)	Аналог 2 (только стационарные наблюдения)
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	5,00	4,00
4. Надежность	0,26	3,00	5,00	5,00
5. Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	4,00	3,00
6. Цена	0,15	5,00	4,00	4,00
7. Срок выполнения работ	0,13	4,00	4,00	4,00
8. Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00	5,00
Итого:	1,00	4,15	4,41	4,20

Таблица 26 – Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (ИГИ без стационарных наблюдений)	Максимальная стоимость исполнения
518 744,2	993430	1 142 445

Результаты расчетов сведем в таблицу 27.

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

Показатель	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (мониторинг)
Интегральный финансовый показатель разработки I_{Φ}^p	0,39	0,56
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки I_m	4,15	4,41
Интегральный показатель эффективности $I_{финр}^a$	7,75	7,30
Сравнительная эффективность вариантов исполнения \mathcal{E}_{cp}	1,06	

Сравнение значений интегральных показателей позволяет сделать выбор в пользу текущего проекта. Интегральный финансовый показатель свидетельствует об удешевлении стоимости текущего проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с аналогами. Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций

финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,06 раза предпочтительнее аналога.

Таблица 28 – Сметный расчет затрат на проект инженерно-геологических изысканий

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Ед. стоимость, руб	Обоснование	Стоимость, руб
Подготовительные работы:					
Рекогносцировочное обследование, включая аэровизуальные и маршрутные наблюдения	Км	0,5	36,0	гл.1, Т. 9, п.2	18
Разбивка скважин на местности	скв.	4	8,5	гл.25, Т. 93, п.1.	34
Полевые работы					
Колонковое бурение скважин диаметром до 160 мм глубиной до 15 м	скв./пог. М	2/30	38,4	гл.4, Т. 17, п.1. К=0,9, прим. к Т.17	1671
Отбор монолитов связных грунтов	монолит	30	22,9	гл.16, Т. 57, п.1.	687
Отбор проб нарушенной структуры	проба	40	54,9	гл.16, Т. 57, п.2	2196
Отбор проб воды	проба	3	15,2	гл.16, Т. 60, п.2	45,6
Наземная сейсморазведка при возбуждении колебаний взрывами на местности III категории сложности с одной бригадой взрывников	Бригадо-смена	1	58	Т. 256, п.2	58
Сейсмическое прозвучивание в горных выработках	Физ. набл	2	30	Т. 260, п.3	60
Лабораторные работы					
Определение влажности	образец	70	12,8	гл.17, Т. 63, п.2	896
Испытание прочности мерзлых грунтов и срез по поверхности смерзания	образец	18	92,6	гл.17, Т. 63, п.7	3704
Гранулометрический состав	образец	70	7,1	гл.17, Т. 64, п.12	497
Предел прочности на одноосное сжатие мерзлых грунтов	образец	6	263,6	гл.17, Т. 63, п.31	4744,8
Истираемость в полочном барабане	проба	40	11,3	гл.19, Т. 76, п.30	452
Коррозионная агрессивность грунтов: стали и ж.б.	проба	12	25,4	Ч.6, гл.18, Т. 75, п.45	304,8
Стандартный (типовой) анализ воды	образец	6	67,3	Ч.6, гл.18, Т. 73, п.2.	403,8

Камеральные работы					
Камеральная обработка материалов буровых и горнопроходческих работ с гидрогеологическими наблюдениями.	п.м.	30	9,3	гл.21, Т. 82, п.2	279
Камеральная обработка исследований и отдельных определений физико-механических свойств глинистых грунтов	20% стоимости лаб. раб			гл.21, Т. 86, п.1	2211,28
Камеральная обработка исследований и отдельных определений физико-механических свойств	15% от стоимости лаб. раб.			гл.21, Т. 86, п.2	1658,46
Камеральная обработка исследований и отдельных определений физико-механических свойств скальных и полускальных грунтов	10% от стоимости лаб. раб			гл.21, Т. 86, п.3	1105,64
Итого					15826
ИТОГО, с учетом районного коэффициента к итогу сметной стоимости изысканий				52,31	827858
НДС				20%	165572
ИТОГО, с учетом НДС					993430

Цена единичной расценки взята со справочника базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 года), Индекс изменения стоимости изыскательских работ относительно цен 1991 года принят согласно письму Минстроя России от 22.01.2021 N 1886-ИФ/09 и составляет 52,31.

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

1. По результатам выполненной оценке ресурсоэффективности проекта, поставленных задач и целей был проведен анализ рынка и конкурентных технических решений. Анализ технических решений показал эффективность и преимущество организаций, предлагающих комплексный подход.

2. В результате проведения SWOT-анализа были определены слабые и сильные стороны проекта, для наглядности построена матрица. Сильными сторонами проекта является клиентоориентированность (комплексный подход) в изыскательской деятельности, высококвалифицированные сотрудники и качественно выполненная работа в сжатые сроки выполнения работ, при этом сохраняя низкую стоимость. Но при этом существуют слабые стороны, в частности: длительное формирование клиентской базы, необходимость приобретения специального оборудования и программного обеспечения. Анализ факторов извне позволит своевременно спрогнозировать и разработать варианты на

случай возникновения угроз и обстоятельств, для сохранения и превращения потенциальных угроз в выгодные возможности. Приобретение нового оборудования позволит повысить конкурентоспособность компании, привлечь новых клиентов и минимизировать затраты.

3. По результатам планирования были определены: штатное расписание проекта с трудоемкостью на каждого сотрудника и на проект в целом и график выполнения работ.

Продолжительность работ займет 45 дней. Начало работ выпадает на 1 июля и выдача готовой технической документации – 16 августа.

4. В экономическом отношении были определены затраты на инженерно-геологические изыскания по статьям:

- материальные затраты составят 101 970 руб.;
- амортизационные отчисления составят 109 000 руб.;
- заработная плата составит 158 875руб.;
- отчисления на социальные цели составят 55900,2 руб.;
- накладные расходы составят 71550,9 руб.

Таким образом плановая себестоимость работ составит 518 744,2 рублей, без учета налогообложения. Сметная стоимость без учетов налогов составит 993 430 рублей, прибыль – 474 685,8 рублей.

5. Рентабельность проекта составит 91,5 %, что является отличным показателем. Все результаты проекта могут быть реализованы.

Список использованной литературы

1. Конституция РФ
2. Трудовой кодекс РФ
3. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия (С Изменениями N 1, 2)
4. ГОСТ 11108-70 Коронки твердосплавные для колонкового бурения пород средней твердости. Технические условия (с Изменениями N 1-4)
5. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов
6. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
7. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
8. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
9. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)
10. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)
11. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования
12. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
13. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)
14. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)
15. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

16. ГОСТ Р 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
17. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
18. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
19. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные (с Изменением N 1)
20. ГОСТ 12248.8-2020 Грунты. Определение характеристик прочности мерзлых грунтов методом среза по поверхности смерзания.
21. ГОСТ 12248.9-2020 Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов методом одноосного сжатия
22. ГОСТ 12248.10-2020 Грунты. Определение характеристик деформируемости мерзлых грунтов методом компрессионного сжатия
23. ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (с Изменением N 1)
24. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний
25. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
26. ГОСТ 12.4.024-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования (с Изменением N 1)
27. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация
28. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ (с Изменением N 1)
29. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод
30. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения

31. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
32. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - Введенные в действие 01.08.1996г.
33. ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия
34. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. – 108 Введенные в действие 01.01.2013 г. взамен ГОСТ 25100-95 – М.; Изд-во стандартов 2011. – 78 с.
35. ГОСТ 25358-2020 Метод полевого определения температуры
36. ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации
37. ГОСТ 28514-90 Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема
38. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
39. ГОСТ 31108-2016 Цементы общестроительные. Технические условия
40. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Актуализированная редакция ГОСТ Р 51592-2000.
41. ГОСТ Р 50278-92 Трубы бурительные с приваренными замками. Технические условия (с Изменением N 1)
42. ГОСТ 5180-15 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
43. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
44. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии
45. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
46. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
47. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 – М.; Изд-во стандартов 2012. – 113 с.
48. СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95

49. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003
50. СП 119.13330.2017 Железные дороги колеи 1520 мм
51. СП 131.13330.2018 Строительная климатология.
52. СП.14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах СНиП II 7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)).
53. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.
54. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты
55. СП 25.13330.2020 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах
56. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85*.
57. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы
58. СП 354.1325800.2017 Фундаменты опор мостов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов
59. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства
60. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
61. СП 493.1325800.2020 Инженерные изыскания для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. общие требования
62. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений
63. О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство"
64. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
65. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
66. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

67. Постановление от 23 июля 2001 года N 80 «О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования"»
68. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)
69. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 6.6. Осветительные приборы и электроустановочные устройства (Издание седьмое)
70. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 года)
71. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды, Монография, Ленинград, Гидрометеиздат, 1987, 248 с.
72. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. – М.: Недра, 1990 г. – 336 с.
73. Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток/Г35 Редкол.: Э.Д. Ершов (гл. редактор) и др.; Под ред. Э.Д. Ершова. – М.: Недра, 1989. – 515.: ил.
74. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист N 51 – Сковородино, (М 51). Объяснительная записка. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2009. 448 с. + 4 вкл. (МПР России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУГП «Амургеология», ФГУГП «Читагеолсъёмка»).
75. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий по объекту: «Реконструкция моста 1 пути на 7048 км ПК 1 Забайкальской железной дороги». АО «Росжелдорпроект», Сибгипротранспуть, 2018 г.
76. <http://www.laborant.net>.
77. <https://present5.com/podgotovka-kerna-k-xraneniyu-i-laboratornym-issledovaniyam-kompleksnye/>.
78. <https://baikallab.ru/catalog/more?cat=264&more=64>.
79. <https://woodimart.ru/granulometriceskij-sostav-grunta-celi-opredelenia-popularnye-metody-takie-kak-sitovyj-ili-areometriceskij-rascet-stepeni-neodnorodnosti>.
80. <https://partner-kip.ru/p362993346-konus-vasileva-kbv.html>.
81. https://studopedia.ru/19_195294_fizicheskie-svoystva-merzlih-gruntov.html.

82. <https://npp-geotek.com/catalog/standart/pribor-odnoplосkostnogo-sreza-dlya-ispytaniya-merzlykh-gruntov-avtomatizirovanny-gt-1-2-14/>.
83. <https://npp-geotek.com/catalog/asis/kompleks-asis-pro-dlya-ispytaniya-merzlykh-gruntov-metodom-odnoosnogo-szhatiya/>.
84. <https://standartgost.ru/g/pkey-14293809437>.