

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


Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
 Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
 Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ


Тема работы
Инженерно-геологические условия золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса объектов обогатительной фабрики (Республика Саха (Якутия))

УДК 624.131.3:622.7.012:553.411(571.56)

Студент

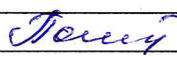
Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Гарбуз Евгения Николаевна		30.05.18

Руководитель ВКР


Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	К. Г.-М. Н.		20.05.18

КОНСУЛЬТАНТЫ:


По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К. Э. Н.		22.05.18

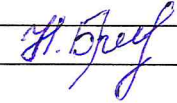
По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А. Н.	К. Х. Н.		20.05.18

По разделу «Бурение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			25.05.18

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бракоренко Н. Н.	К. Г.-М. Н.		04.06.18

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты освоения ООП
21.05.02 «Прикладная геология»

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
P1	Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии.	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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
P2	Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.	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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3е,k)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3g)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.	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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности 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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P6	Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с,h,j)

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), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</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>EUR-ACE</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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) 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	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.	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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b,c) 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

P11	<p>Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.</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>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3е, 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 особенностью проблем, объектов и видов комплексной инженерной деятельности, не менее чем по одной из специализаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, • Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания, • Геология нефти и газа 	<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>EUR-ACE</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</p> <p>требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология

Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Э.Бриф 04.06.18 *Брано-Резко Н.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
213Б	Гарбуз Евгении Николаевне

Тема работы:

Инженерно-геологические условия золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса объектов обогатительной фабрики (Республика Саха (Якутия))

Утверждена приказом директора (дата, номер)

28.04.2018 г., 3054/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.05.18

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.).

Материалы изысканий ООО «Нерюнгростройизыскания», нормативная, методическая, учебная литература.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

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


В общей части привести общую характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических условий месторождения «Сентачан» (Республика Саха (Якутия)).

В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых

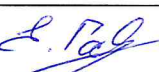
<p>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>работ. В проектной части разработать проект изысканий для строительства комплекса объектов обогатительной фабрики. Определить основные виды и объемы работ. В качестве специального вопроса рассмотреть методики лабораторных исследований ледяных грунтов.</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схематическая геологическая карта Сентачанского рудного поля. 2. Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий. Инженерно-геологический разрез по линии I-I. 3. Расчетные и нормативные значения показателей физико-механических свойств и расчетные схемы оснований сооружений. 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м. 5. Методики лабораторных исследований ледяных грунтов.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Пожарницкая О. В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Вторушина А. Н.</p>
<p>Бурение</p>	<p>Шестеров В. П.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>01.03.18</p>
--	-----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В. В.	К. Г.-М. Н.		10.12.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Гарбуз Евгения Николаевна		10.12.17

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Гарбуз Евгении Николаевне

Школа	ИШПР	Отделение	Геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Сметно-финансовый расчет работ по проекту инженерно-геологические условия золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса объектов обогатительной фабрики (Республика Саха (Якутия))
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- ССН-93 вып.1, вып.5, вып.7, вып.9 -Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства - ЕНВиР-И-83 часть 2
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- Инфляционный коэффициент 44,21 - Налог на добавленную стоимость 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Расчет сметы на проектные работы с учетом ресурсоэффективности и ресурсосбережения их выполнения
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Составление календарного плана проектных работ
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Обоснование затрат необходимых для разработки и внедрения инженерно-геологических изысканий
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Анализ структуры затрат и поиск путей их оптимизации

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

-

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

12.01.18

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая О.В.	к.э.н		15.01.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Гарбуз Евгения Николаевна		15.01.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«Социальная ответственность»**

Студенту:


Группа	ФИО
213Б	Гарбуз Евгении Николаевне

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

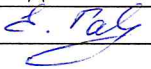
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	<i>Участок работ находится на территории месторождения «Сентачан» (Республика Саха (Якутия)). На участке планируются инженерно-геологические изыскания под строительство комплекса объектов обогатительной фабрики.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<i>Анализ выявленных вредных факторов при проведении инженерно-геологических изысканий. Анализ выявленных опасных факторов при проведении инженерно-геологических изысканий.</i>
2. Экологическая безопасность:	<i>Анализ воздействия инженерно-геологических работ на: – атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов); – литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород). Разработка решений по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Возможные ЧС на объекте: техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, в транспорте; природного характера – землетрясения. Наиболее типичная ЧС – землетрясение. Разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<i>Специальные правовые нормы трудового законодательства. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	<i>12.01.18</i>
---	-----------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к. х. н.		15.01.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Гарбуз Евгения Николаевна		15.01.18

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 135 страниц, 40 рисунков, 30 таблиц, 67 источников, 5 графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, грунты, состав, физико-механические свойства, специфические грунты, геокриологические условия, многолетнемерзлые породы, ледяные грунты, изученность, методика, сваи, геологические процессы.

Объектом исследования являются многолетнемерзлые породы, ледяные грунты.

Цель работы – изучение инженерно-геологических условий золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» и составление проекта инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса объектов обогатительной фабрики.

В процессе исследования был проведен анализ, а также обобщение фактического материала ранее проведенных изысканий.

В результате были обоснованы необходимые виды и объемы работ и составлена смета на их выполнение.

Степень внедрения: разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство гаража и склада ГСМ.

Область применения: инженерно-геологические изыскания.

Экономическая эффективность/значимость работы: сметная стоимость проекта инженерно-геологических изысканий под строительство гаража и склада ГСМ с учетом НДС составила 4146228,92 рублей.

В будущем планируется: дальнейшее изучение ледяных грунтов.

Оглавление

Введение.....	13
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА	14
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика	14
1.2 Изученность инженерно-геологических условий	17
1.3 Геологическое строение района работ	17
1.4 Гидрогеологические условия	24
1.5 Геологические процессы и явления	26
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	29
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.....	31
2.1 Рельеф участка	31
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости.....	32
2.3 Физико-механические свойства грунтов.....	34
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости	34
2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов.....	36
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов	46
2.4 Специфические грунты	49
2.5 Геокриологические условия	49
2.6 Геологические процессы и явления на участке	50
2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка	51
2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения.....	51
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ.....	53
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий	53
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ.....	58
3.2.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет.....	58
3.2.2 Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории	59
3.2.3 Топографо-геодезические работы.....	59
3.2.4 Проходка горных выработок	60
3.2.5 Опробование грунтов	61
3.2.6 Полевые опытные работы.....	65
3.2.7 Лабораторные работы	66
3.2.8 Камеральные работы	67
3.3 Методика проектируемых работ	69
3.3.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет.....	69

3.3.2 Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории	69
3.3.3 Топографо-геодезические работы.....	70
3.3.4 Бурение скважин.....	71
3.3.5 Опробование грунтов	76
3.3.6 Полевые опытные работы.....	79
3.3.7 Лабораторные работы	81
3.3.8 Камеральные работы	93
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	95
4.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ	95
4.2 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания	96
4.3 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ	101
4.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	103
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	107
5.1 Производственная безопасность	107
5.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	109
5.1.2 Анализ вредных производственных факторов и методы их устранения.....	113
5.2 Экологическая безопасность	119
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	121
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	125
5.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	125
5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя....	127
Заключение.....	130
Список литературы.....	131

Введение

В ходе освоения территории Якутии, строительство и проектирование зданий и сооружений осложняется распространением многолетнемерзлых пород, а точнее слабой изученностью условий залегания и распространения мощных пластовых залежей льда, что обуславливает сложность и актуальность данной работы.

Целью является изучение инженерно-геологических условий золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» и составление проекта инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса объектов обогатительной фабрики.

Задачами проекта являются: получение достоверных данных необходимых для проектирования и получение информации о свойствах геологической среды в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями, нахождение оптимальных методов исследований состава и свойств грунтов.

В качестве специального вопроса в проекте рассматриваются методики лабораторных исследований ледяных грунтов.

Инженерно-геологические изыскания проводились по объекту: «Обогатительная фабрика по переработке золото-сурьмяной руды месторождения «Сентачан». В составе этого объекта выделяются склад ГСМ и гараж, которые в дальнейшем будет рассматриваться как объекты нового строительства.

Вид строительства – новое строительство.

Участок работ расположен на территории Верхоянского района Республики Саха (Якутия). Месторождение расположено на северо-востоке Якутии [3].

Материалы для написания данного дипломного проекта выданы ООО «Нерюнгростройизыскания».

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

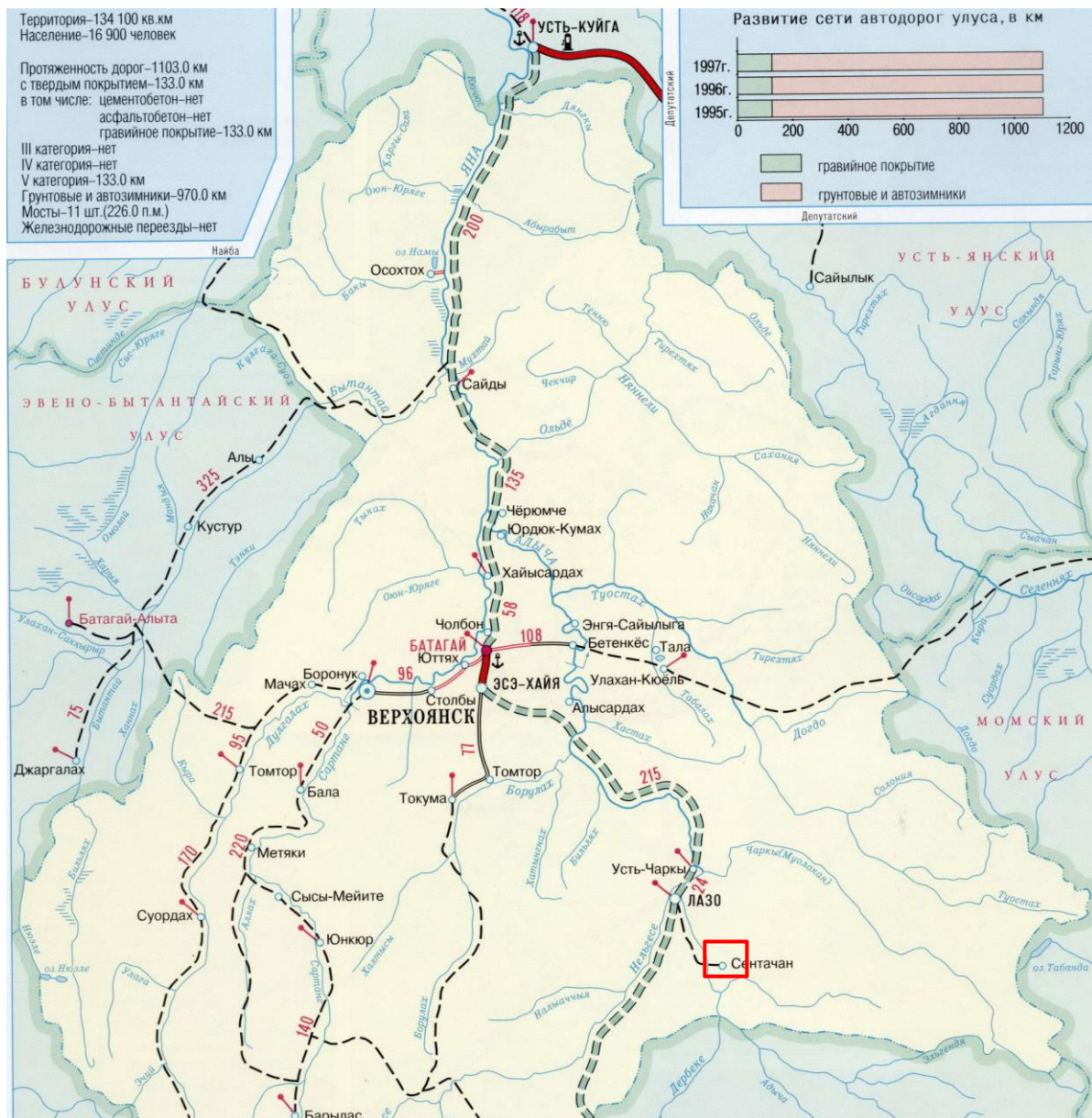
Рельеф непосредственно рудного поля характеризуется низкогорным ландшафтом, расчлененных серией мелких водотоков – притоков ручья Сентачан. Абсолютные отметки высот составляют 500-850 м, а относительные превышения 200-350 м.

Территория района дренируется гидросистемой бассейна среднего течения реки Адыча (рис. 2) впадающей в реку Яна. Средняя продолжительность промерзания р. Адыча – 143 дня; максимальное – 189. Начало весеннего половодья 20 июня-14 июля. Продолжительность 34-59 дней.

Наиболее крупными ее притоками являются реки Нельгесе, Дербеке, Чаркы, Борулах, Туостах, Декалан, а также ручьи Сентачан, Полярный, Верхние Бургавли и др. (рис. 1). Долины их наследуют зоны тектонических нарушений. В строении долин крупных водотоков четко выделяются древние смешанные террасы высотой 75-100 м и современная глубоко врезанная пойма шириной обычно 100-300 м. Русла рек и ручьев характеризуются невыработанными продольными профилями, порогами, водопадами и перекатами. Мощность аллювия в современных поймах не превышает первых метров, на террасах до 10-20 м, в древних погребенных тальвегах и в наложенных впадинах до 50-100 м.

Высокоширотное положение месторождения определяет резко-континентальные особенности климата. Величина суммарной радиации за год составляет 60 ккал/см². Среднегодовое количество осадков – 206 мм, из них три четверти выпадает в виде дождя, что определяет незначительный снеговой покров. Последний устанавливается в сентябре и лежит до начала мая месяца [65].

Ветровой режим относительно спокойный, особенно зимой. Общее направление воздушных масс северное, преимущественно в западных румбах.



Условные обозначения:

- участок работ

Рисунок 1– Административная карта Верхоянского района (масштаб 1:2500000)



Рисунок 2 – Река Адыча

Среднегодовые многолетние климатические особенности по данным действующей метеостанции Усть-Чаркы приведены в таблице (табл. 1):

Таблица 1 – Среднегодовые многолетние климатические особенности

Пост наблюдения	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя месячная и годовая температура воздуха													
Усть-Чаркы	-41,1	-41,3	-29,6	-10,7	6,0	13,3	16,9	11,2	2,2	-15,0	-35,4	-40,2	-13,5
Средняя месячная и годовая температура почвы													
Усть-Чаркы	-42	-43	-33	-14	6	15	19	13	3	-16	-36	-41	-14,6
Средняя месячная и годовая относительная влажность													
Усть-Чаркы	70	68	66	65	58	57	61	67	68	75	73	69	66,7
Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/сек.													
Усть-Чаркы	1,6	1,2	0,9	0,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,7	0,6	1,5	1,7	1,1
Среднее месячное и годовое атмосферное давление, мм													
Усть-Чаркы	748	746	743	734	733	731	730	733	736	735	739	745	738

Рассматриваемое месторождение и смежные районы расположены в зоне распространения сплошной многолетней мерзлоты, мощность которой колеблется в пределах 250-400 м. Верхняя граница ее определяется величиной слоя сезонного протаивания. Последний в зависимости от температуры, экспозиции склона и почвенно-растительного покрова имеет мощность от 0,5 до 2,0 м.

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

При написании технического отчета по инженерно-геологическим изысканиям использовались материалы изысканий прошлых лет: результаты геологоразведочных работ на Сентачанском золото-сурьмяном месторождении за 1969-1977 года [63], вскрытие и обработка верхних горизонтов рудника «Сентачан» прииска «Адычанский» [64], инженерно-геологические изыскания по объекту: «Горно-обогатительный комбинат на золото-сурьмяном месторождении «Сентачан», выполненные на стадии предпроектная документация в апреле 2015 года [65].

Данные материалы использовались в качестве общих сведений и как справочные при стратиграфическом расчленении разреза, характеристике геоморфологии, геологического строения и гидрогеологических условий, для получения предварительных данных о наличии неблагоприятных физико-геологических явлений и процессов на участке изысканий.

1.3 Геологическое строение района работ

Стратиграфия. В геологическом строении участка работ участвуют отложения верхнего триаса норийского (T_{3n}) и рэтского (T_{3r}) ярусов, которые перекрыты с поверхности чехлом современных (верхнеголоценовых и нижнеголоценовых) и среднечетвертичных (верхняя часть – Q_2^3) и верхнечетвертичных (нижняя часть – Q_3^1) отложений аллювиального генезиса и

современными и верхнечетвертичными отложениями элювиально-делювиального (edQ₃₋₄) генезиса (лист 1) [66].

Геолого-литологический разрез следующий (сверху вниз). (Q₄², Q₄¹)

Современные (верхнеголоценовые – Q₄²) аллювиальные отложения русла, поймы и I надпойменной террасы. Представлены супесями, песками и галечником.

Современные (нижнеголоценовые – Q₄¹) аллювиальные отложения II надпойменной террасы. Отложения представлены галечником, песками, супесями.

Верхнечетвертичные и современные отложения элювиально-делювиального генезиса (edQ₃₋₄) имеют повсеместное распространение по площади, вскрыты с поверхности под почвенно-растительным слоем мощностью 0,7-3,2 м. Отложения представлены суглинками, дресвяными и щебенистыми грунтами с супесчаным и суглинистым заполнителем до 12-48%.

На период изысканий (апрель) грунты находились в мерзлом состоянии массивной, слоистой и корковой криогенной текстуры, при оттаивании от средней степени водонасыщения до водонасыщенных. Обломочный материал представлен алевролитами малопрочными и средней прочности.

Среднечетвертичные (верхняя часть), верхнечетвертичные (нижняя часть) (Q₂³-Q₃¹) отложения. Являются аллювиальными отложениями террас основного уровня. Представлены песками, галечником, гравием.

Отложения верхнего триаса рэтского яруса (T_{3r}) представлены верхней и нижней пачкой.

Верхняя пачка (T_{3ts}²) представлена песчанистыми с редкими прослоями песчаников.

Нижняя пачка (T_{3ts}¹) представлена алевролитами песчанистыми, алевролитистыми песчаниками с пластами и линзами песчаников.

Отложения верхнего триаса норийского яруса (T_{3n}) распространены повсеместно в пределах всей площади исследований, с глубины 0,7-3,2 м

вскрыты под четвертичными отложениями мощностью 1,8-9,0м. Отложения представлены верхней, средней и нижней пачками.

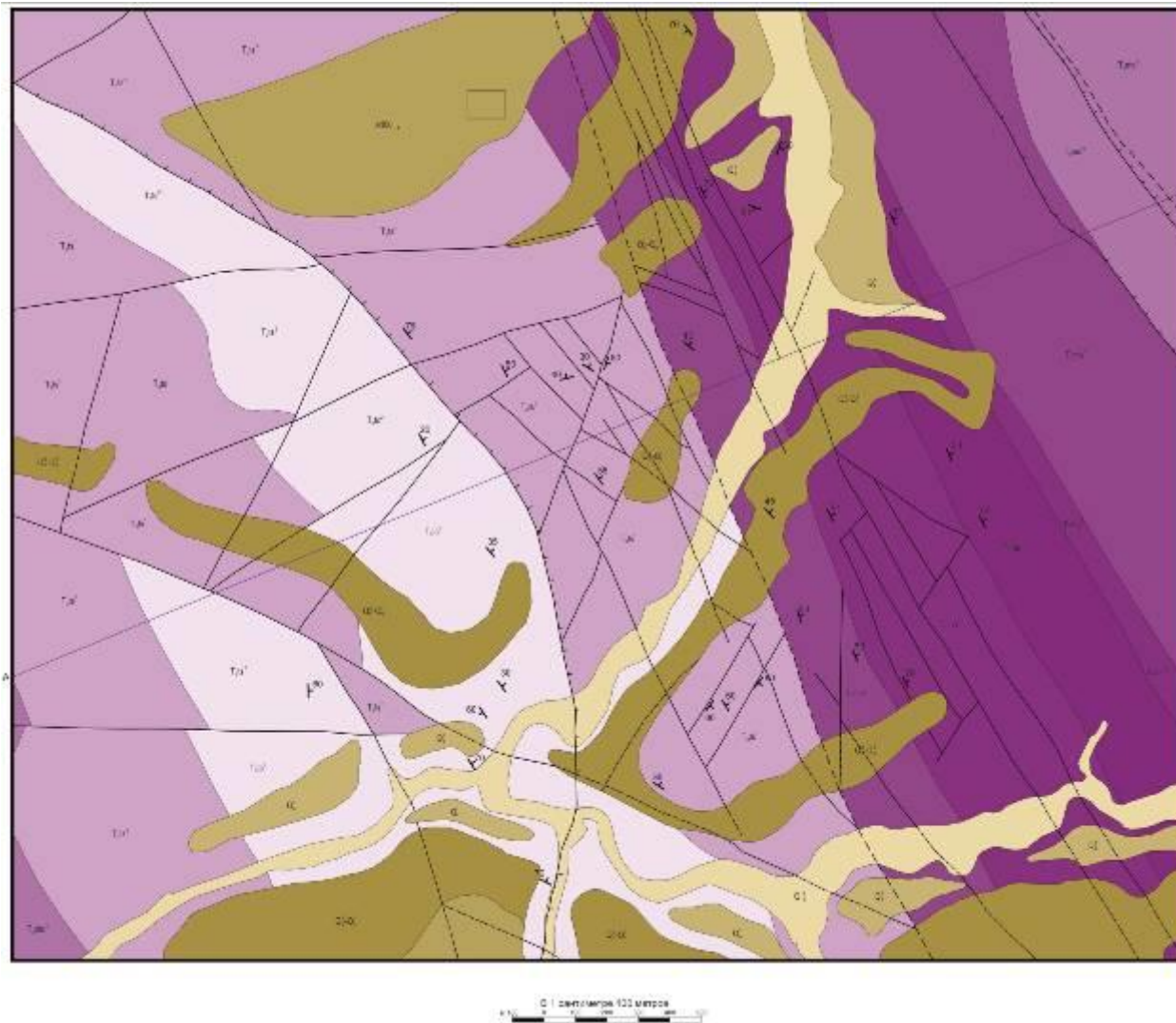
Верхняя пачка (T_3mo^3) представлена алевролитами очень низкой прочности, сильновыветрелыми до дресвы, щебня, супеси и суглинка. Залегают они в кровле скального массива. Их мощность составляет 0,4-5,4 м.

Ниже залегают алевролиты малопрочные, средней прочности и прочные серого и темно-серого цвета, сильнотрещиноватые, трещины ориентированы в основном хаотично, реже – под углами $0-5^\circ$ и $40-45^\circ$ к оси керна, выполнены мерзлым супесчаным материалом и льдом.

Средняя пачка (T_3mo^2) представлена песчаниками алевролитистыми, алевролитами с прослоями песчаников.

Нижняя пачка (T_3mo^1) представлена алевролитами с прослоями алевролитистых песчаников и аргиллитов.

Отложения пачки (T_2ms) залегающей ниже представлены алевролитами, алевролитистыми песчаниками, аргиллитами и линзами песчаников (рис. 3) [63].



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | |
|--------------------------|--|
| | Современные (верхнеплейстоценовые) аллювиальные отложения русла, поймы и II надпойменной террасы. Супеси, пески, галечники |
| | Современные (нижнеплейстоценовые) аллювиальные отложения I надпойменной террасы. Галечники, пески, супеси |
| | Верхнечетвертичные-современные элювиально-делювиальные отложения. Супеси, суглинки, пески, щебень, редкая галька |
| | Среднечетвертичные (верхняя часть), верхнечетвертичные отложения (нижняя часть) Аллювиальные отложения террас основного уровня. Пески, галечники, гравий |
| Триасовая система | |
| | Верхняя пачка. Алевролиты песчаные с редкими прослоями песчаников |
| | Нижняя пачка. Алевролиты песчаные, алевролитистые песчаники с пластами и линзами песчаников |
| | Верхняя пачка. Алевролиты, песчаные с линзами песчаников |
| | Средняя пачка. Песчаники алевролитистые, алевролиты с прослоями песчаников |
| | Нижняя пачка. Алевролиты с прослоями алевролитистых песчаников и аргиллитов |
| | Алевролиты, алевролитистые песчаники, аргиллиты, линзы песчаников |
| | Контур Сентачанского разлома |
| | Разрывные нарушения с указанием направления поверхности сместителя |
| | Разрывные нарушения оперяющиеся |
| | Разрывные нарушения оперяющиеся, скрытые под четвертичными отложениями |
| | Элементы залегания |
| | Участок работ |

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в меню «Параметры».

Рисунок 3 – Схематическая геологическая карта Сентачанского рудного поля (масштаб 1:10 000) (составил Дурнев К.П., 1983 г.)

Тектоника. Площадка изысканий расположена в Северной части Сентачанского рудного поля (рис. 3), которое охватывает площадь порядка 25 кв. км, вытянутую в субмеридиальном направлении вдоль одноимённой зоны разлома. Контуры его определяются геолого-структурными факторами, наличием золото-сурьмяного оруденения и развитием геохимических ореолов сурьмы [63].

Структура рудного поля определяется сложным сочетанием складчатых и разрывных нарушений. Главными пликративными сооружениями являются Ударникская и Юго-западная антиклинали и расположенная между ними Безымянная синклиналь.

Центральное место в структуре занимает Ударникская антиклиналь, с размахом крыльев порядка 2,0 км, протяжённостью более 30 км. Особенностью строения антиклинали является опрокинутое залегание в центральной и южной частях, ассиметричное – в северной, что объясняется большими тектоническими подвижками юго-западного направления, возникшими в результате надвиговых движений со стороны Иньяли-Лебинского синклинория. Антиклиналь осложнена складками мелких порядков, которые получили большое развитие в её северо-восточном крыле. Углы падения пород колеблются от 60° до 90°, при этом наиболее пологие залегания фиксируются на площади самого месторождения. Ядро этой структуры сложено верхней алевролитовой толщей биозоны *Monotis escutiformis*, крылья – нижней алевролитовой и верхней песчаниковой пачками зоны *Monotis jakutica*. В пределах складки размещаются все золото-сурьмяные тела рудного поля. При этом Сентачанское месторождение приурочено к западному опрокинутому крылу складки, а рудопроявления тяготеют к её осевой части.

Юго-западная антиклиналь в пределы рудного поля входит северо-восточным крылом, осложнённым более мелкими складками. Протяжённость его порядка 20 км, ширина 6-7 км. Углы падения пород колеблются от 50 до 70°.

Безымянная синклиналь представлена юго-западным крылом и мульдой, северо-восточное крыло её срезано Сентачанским разломом (западной зоной) и опущено на значительную глубину. Углы падения пород в крыле складки колеблются от 20-65°, в мульде от 0 до 30°.

Основная рудоконтролирующая роль в структуре рудного поля принадлежит разрывным нарушениям. Последние являются составными частями единого Адыча-Тарманского разлома. Среди них выделяются Сентачанская и Тирехтяхская зоны нарушений, юго-западный разлом и Большой наброс [63].

В центре рудного поля эти разрывы максимально сближены между собой и посредством оперяющих трещин соединяются друг с другом. К северу зоны постоянно расходятся: Тирехтяхская ветвь приобретает субмеридиальное направление, Сентачанская сохраняет северо-западное простирание Адыча-Тарманского разлома, а Юго-Западный разрыв и Большой выброс резко меняют ориентировку на запад-северо-западное.

Юго-западный разлом находится в 0.6-1.5 км от Сентачанского. Простирание его меняется от меридиального на юге до северо-западного на севере. Падение крутое на восток и северо-восток. Представлен широкой полосой (60-80 м) дроблённых пород.

По характеру подвижек относится к взбросо-сдвигу, амплитуда перемещений – порядка 200 м.

Тирехтяхское разрывное нарушение примыкает к Сентачанскому с востока. Оно состоит из серии разрывов субмеридиального простирания, представленных взбросами с крутым северо-восточным падением смесителей, имеющих амплитуды перемещения до 1 км.

Все вышеописанные разрывные структуры сформированы, главным образом, в дорудный период. В послерудное время некоторые из них подновлялись без существенных перемещений по ним [63].

Геоморфология. Участок расположен на пологом склоне с уклоном поверхности от 2° до 6° , но также имеется и склон средней крутизны северо-западной экспозиции, с уклоном поверхности до $10-12^\circ$. Микрорельеф в основном мелкобугристый, реже кочкарниковый, местами нарушен. Растительность представлена редким и средней густоты молодым чахлым лиственничным лесом с редким подлеском из ерника, карликовой березки, голубичника, реже стланика. Покров мохово-ягодный, реже ягельно-травяной. Местность частично заболочена. Абсолютные отметки в пределах объекта изменяются от 526,90 до 572,00 м (система высот Балтийская), перепад высот составил 45,1 м [65].

Площадка изысканий частично расположена в долине руч. Сентачан (рис.4). Долина ручья трапецевидной формы, правый борт более пологий, шириной до 60-120 м. Русло ручья шириной до 8-40 м сильно меандрирует по долине, разбито на рукава (от 2 до 4). Многочисленные острова сложены крупным галечником. Микрорельеф ровный. Растительность представлена лиственницей, густым тальником. Покров травяной.



Рисунок 4 – Ручей Сентачан

1.4 Гидрогеологические условия

Район изысканий находится на границе Адыча-Сартанского и Адыча-Эльгинского криогенных адартазианских бассейнов III порядка, входящих в состав сложного Яно-Колымского криогенного адартазианского бассейна II порядка Верхне-Чукотской гидрогеологической складчатости.

Яно-Колымский криогенный адартазианский бассейн отличается низкой обводненностью, весьма замедленным водообменом, сплошным распространением мощной толщи многолетнемёрзлых пород и редкими таликовыми зонами. Характеризуется он малоcontrastными новейшими тектоническими движениями и слабыми недифференцированными новейшими поднятиями. На этом фоне район изысканий входит в зону относительно повышенной тектонической напряжённости, что связано с его положением между Адычанским поднятием на юге и структурами, обрамляющими Колымский средний массив на севере. Основными путями движения подводных вод являются тектонические зоны, определяющие условия питания и разгрузки подмерзлотных вод. С ними связаны также главные направления и распространение подземного стока района.

Существенно влияет на гидрогеологическую обстановку и литологический состав водовмещающих пород. Глинистые породы – аргиллиты, алевролиты характеризуются ничтожной водообильностью, даже при увеличении тектонической активности (Сентачан, Сарылак). Песчаные породы имеют обводнённость на несколько порядков выше [65].

По отношению к толщам многолетнемёрзлых пород подземные воды подразделяются на надмерзлотные (поровые) и подмерзлотные (трещинные). Межмерзлотные подземные воды в районе изысканий не обнаружены.

Подмерзлотные воды вскрываются на глубине от 210 м (месторождение Илип-Тас), до 352 м (Сентачан). Пьезометрические уровни воды устанавливаются на глубине от 285-310 м (Сары-лах) до 4-55 м.

(Батагай, Хая) и даже фонтанируют. Удельные дебиты варьируют в широких пределах от 0,0001 (Сентачан) до 0,1 л/сек/м (Илип-Тас).

Водоносный горизонт четвертичных отложений приурочен к сезонно-протаивающему слою аллювиальных осадков. Здесь функционируют мерзлотные воды порового характера. Водовмещающие образования сложены галькой, гравием, дресвой, щебнем с песчано-глинистым наполнителем. Мощность водоносного горизонта соответствует глубине протаивания (0,5-2 м), а водоупором служат многолетнемёрзлые породы. Надмерзлотные воды залегают практически у поверхности земли, образуя на плоских пониженных местах мочажины и заболоченные участки. При промерзании они приобретают местный незначительный напор, дебит источников при этом несколько возрастает. Разгрузка надмерзлотных вод сезонно-талого слоя осуществляется по периферии днищ долин в виде полос высачивания, реже в виде отдельных нисходящих источников. Дебит их непостоянен во времени и колеблется от сотых долей до первых литров в секунду.

Надмерзлотные воды существуют лишь в тёплый период года, распространены повсеместно, отличаются короткими путями фильтрации. Водообильность сезонно-талого слоя от максимальных величин в июне-июле до минимальных в сентябре. Маломощные несквозные подрусловые талики приурочены к аллювию руч. Сентачан и его притоков, полностью перемерзают в ноябре-декабре месяце.

По химическому составу они гидрокарбонатные натриевые, без цвета, без запаха, солёные, слабощелочные. Область питания надземных вод не совпадает с областью разгрузки. Дренируются они рекой Адычей (рис. 2). Питание происходит за счёт поверхностных вод через редкие сквозные инфильтрационные таликовые зоны, расположенные за пределами месторождения.

На период изысканий грунтовые воды на исследуемых площадках не встречены. Но в теплый период года, во время интенсивных дождей и снеготаяния, возможно появление подземных вод типа «верховодки» в слое сезонного оттаивания-промерзания.

Питание подземных вод будет происходить в основном за счёт инфильтрации атмосферных осадков и оттаивания сезонно-мёрзлых грунтов. Разгрузка будет происходить в места понижения рельефа, в выемки и котлованы. Водоупором для данных подземных вод будут являться вечномёрзлые грунты [65].

Значения коэффициента фильтрации, определенные лабораторным путем на предыдущей стадии следующие: для суглинков дресвяных <0.005 м/сутки в рыхлом состоянии и <0.005 м/сутки в плотном состоянии; для дресвяного грунта с супесчаным заполнителем – 0,04-0,08 м/сутки в рыхлом состоянии и <0.005 м/сутки – в плотном состоянии; для щебенистого грунта с суглинистым и с супесчаным заполнителем – <0.005-0,09 м/сутки в рыхлом состоянии и <0.005-0.03 м/сутки – в плотном состоянии.

1.5 Геологические процессы и явления

В пределах рассматриваемой площади проектируемого строительства из числа современных эндогенных геологических процессов, отрицательно влияющих на строительство, следует отметить физическое выветривание, морозное пучение грунтов, заболачивание отдельных участков территории в связи со слабым стоком и избыточным увлажнением, а также высокую сейсмичность района [65].

Процессы выветривания на исследуемой площадке оказывают огромное влияние на прочностные и деформационные свойства пород. Интенсивная трещиноватость коренных пород, суровый климат с резкими колебаниями годовых и суточных температур воздуха, глубокое сезонное промерзание и оттаивание пород способствует скорости их физического и

морозного выветривания. Результатом этого выветривания является раскрытие тектонических трещин и развитие новых трещин - трещин выветривания. В результате формируется зона первичного расчленения породы по трещинам, раскрытием в процессе выветривания, а затем зоны более дробной физической дезинтеграции - глыбовые, щебенистые и дресвяные. Последняя зона характеризуется частичным либо полным распадом обломков горных пород на отдельные минеральные зерна - дресву с дальнейшим их распадом по направлениям спайности. На площадке изысканий доминирующий состав ослабленных зон (выветрелых) дресвяно-щебенистый. Щебень и дресва от пониженной до средней прочности. Заполнитель супесчаный и суглинистый до 20-47%.

Морозное пучение грунтов. Одной из его разновидностей является общее сезонное пучение рыхлых грунтов в процессе их промерзания. Типичный и часто встречаемый на рассматриваемом отрезке процесс. Начало пучения приходится на середину – конец ноября и продолжается в течение всей зимы с максимальной интенсивностью с января по март. Наибольшая величина пучения наблюдается на переувлажненных участках. Это преимущественно локальные понижения рельефа, где существуют оптимальные условия для его развития.

Основания, которые сложены пучинистыми грунтами, должны проектироваться с учетом того, что такие грунты способны при сезонном промерзании увеличиваться в объеме, что сопровождается подъемом поверхности грунта и развитием сил морозного пучения, действующих на фундаменты и другие конструкции сооружений. При последующем оттаивании пучинистого грунта происходит его осадка.

Заболачивание отдельных участков территории (рис. 5) в связи со слабым стоком и избыточным увлажнением представляют собой депрессионные участки в местах понижения рельефа и затрудненного стока поверхностных вод. Как правило, процесс охватывает первые метры от

поверхности. На таких участках почвенно-растительный слой обычно заторфованный [65].



Рисунок 5 – Заболачивание территории

Эндогенные процессы проявляются в виде землетрясений и оцениваются сейсмичностью, в соответствии с картой общего сейсмического районирования ОСР-97 по отношению к средним грунтовым условиям:

- для периода повторяемости 500 (карта А) – 7 баллов;
- 1000 лет (карта В) - 8 баллов;
- 5000 лет (карты С) – 9 баллов.

Детализация прогнозируемого приращения сейсмической угрозы по результатам микросейсморайонирования, по площади исследований позволила уточнить уровень сейсмической опасности площадок проектируемых сооружений. В численном выражении прогнозируемая балльность по объектам составляет от 7,06 до 7,13 баллов.

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

В административном отношении месторождение расположено на северо-востоке Якутии в междуречье верховьев Яны и Индигирка, входит в состав Верхоянского административного района.

В геологическом строении участка работ участвуют отложения верхнего триаса норийского (T_{3n}) и рэтского (T_{3r}) ярусов, которые перекрыты с поверхности чехлом современных (верхнеголоценовых и нижнеголоценовых) и среднечетвертичных (верхняя часть – Q_2^3) и верхнечетвертичных (нижняя часть – Q_3^1) отложений аллювиального генезиса и современными и верхнечетвертичными отложениями элювиально-делювиального (edQ_{3-4}) генезиса.

Рассматриваемое месторождение и смежные районы расположены в зоне распространения сплошной многолетней мерзлоты, в связи с этим нужно учитывать, что строительство может привести к изменениям глубин протаивания - промерзания в сторону их увеличения, а также к повышению среднегодовой температуры грунтов.

На период изысканий грунтовые воды на исследуемых площадках встречены не были. Но в теплый период года, во время интенсивных дождей и снеготаяния, возможно появление подземных вод типа «верховодки» в слое сезонного оттаивания-промерзания. Поэтому следует вести проектирование с учетом возможного близкого залегания подземных вод типа «верховодка».

В пределах рассматриваемой площадки проектируемого строительства из числа современных экзогенных геологических процессов, отрицательно влияющих на строительство, следует отметить физическое выветривание, морозное пучение грунтов, заболачивание отдельных участков территории в связи со слабым стоком и избыточным увлажнением, а также высокую сейсмичность района. Результатом выветривания является раскрытие тектонических трещин и развитие новых трещин – трещин выветривания. Из-за наличия на участке морозного пучения грунтов, основания, сложенные

этими грунтами, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов при сезонном промерзании увеличиваться в объеме, что в дальнейшем может повлиять на подъем поверхности грунта и развитием сил морозного пучения, действующих на фундаменты и другие конструкции сооружений.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

2.1 Рельеф участка

Участок расположен на пологом склоне юго-западной экспозиции с уклоном поверхности $2-3^{\circ}$ (рис. 6). Микрорельеф мелкобугристый. Растительность представлена единичными чахлыми лиственницами, ерником, голубичником, болотным багульником, покров травяной, ягель. Абсолютные отметки в пределах площадки изменяются от 543,62 до 554,93 м (система высот Балтийская), перепад высот составил 11,31 м [65].

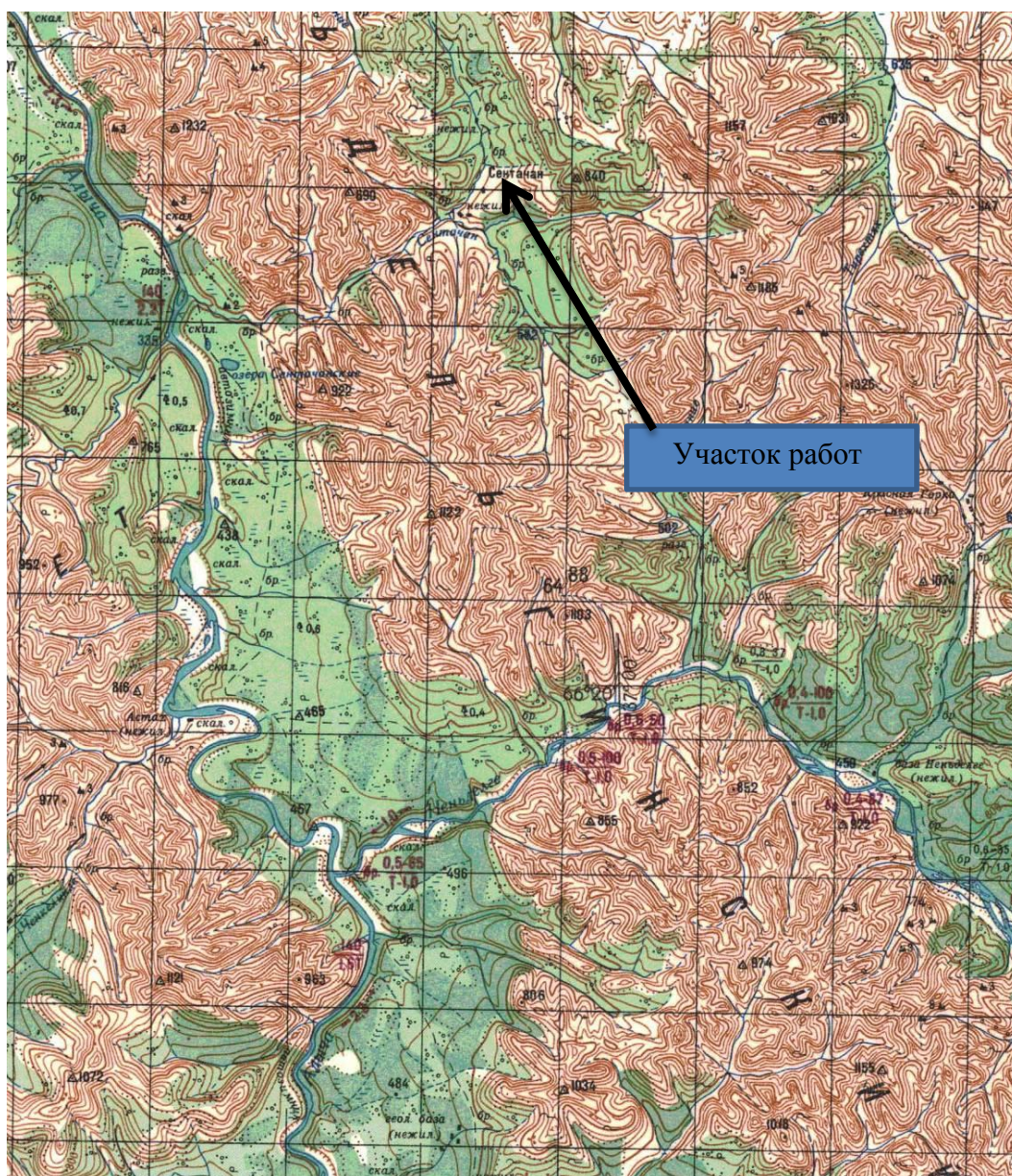


Рисунок 6 – Обзорная карта района работ (масштаб 1:200 000)

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

Геологический разрез участка изысканий характеризуется на глубину до 10 метров и представлен отложениями верхней пачки верхнего триаса норийского яруса (T_3mo^3), которые перекрыты с поверхности чехлом верхнечетвертичных и современных отложений элювиально-делювиального (edQ_{3-4}) генезиса.

Инженерно-геологический разрез представлен с поверхности толщей дресвяных грунтов с супесчаным заполнителем и толщей суглинков. Дресвяный грунт имеет локальное распространение и вскрыт с поверхности под почвенно-растительным слоем с глубины 0,1 м, мощностью 1,2 м.

Суглинок также имеет локальное распространение, вскрыт с поверхности под почвенно-растительным слоем, с глубины 0,1 м. Его мощность составляет 2,0 м.

Под толщей дресвяных грунтов залегает щебенистый грунт с супесчаным заполнителем. Грунт распространен локально, вскрыт с глубины 1,2 м, мощностью 1,6-1,9 м.

С глубины 2,8 м встречен прослой льда, представленный льдом мутным (рис. 7) и льдом с включениями грунта (рис. 8), мощностью 1,9 м.

Ниже по разрезу вскрыты отложения верхней пачки верхнего триаса норийского яруса. Отложения распространены повсеместно, вскрыты под четвертичными отложениями с глубины 2,0-5,0 м, вскрытой мощностью 4,9-5,3 м, представлены алевролитами очень низкой и средней прочности, залегающими в кровле скального массива (лист 2) [65].



Рисунок 7 – Лед мутный



Рисунок 8 – Лед с включениями грунта

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости

В разрезе участка проектируемых работ выделяются два стратиграфогенетических комплекса верхнечетвертичных и современных звеньев элювиально-делювиальных (edQ₃₋₄) грунтов и отложений верхней пачки норийского яруса нижнего триаса (Т_{3mo}³), которые состоят из дисперсных и скальных мерзлых грунтов [65].

По результатам проведенных лабораторных испытаний были получены следующие значения физико-механических свойств грунтов, описанных ниже.

Верхнечетвертичные и современные звенья элювиально-делювиальных отложений (edQ₃₋₄):

Дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем, слабольдистый.

Дресвяный грунт с супесчаным, редко – суглинистым заполнителем от 33% до 48%, на период изысканий находился в мерзлом состоянии массивной, корковой и слоистой криогенной текстуры, $i_i \approx 0,1-0,3$ д. ед., при оттаивании заполнитель от пластичного до текучего.

Естественная влажность грунта составляет 0,15 д. ед., плотность грунта – 2,06 г/см³, предел текучести равен 1,67 д. ед., число пластичности – 0,06 д. ед.

Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунта, рассчитанные по методике ДальНИИС [7], принимаются следующими: удельное сцепление – 0,0052 МПа; угол внутреннего трения – 34,2°; модуль деформации – 27,2 МПа.

Суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, слабодистый.

На период изысканий грунт находился в твердомерзлом состоянии слабодистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании от мягкопластичного до текучего.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,28 до 0,29 д. ед., плотность грунта варьируется в пределах от 1,66 до 1,68 г/см³, предел текучести равен 0,63-0,65 д. ед., число пластичности изменяется от 0,08 до 0,09 д. ед.

Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунта, согласно СП 22.13330.2016 [18], принимаются следующими: удельное сцепление – 0,029 МПа; угол внутреннего трения – 17°; модуль деформации – 10 МПа.

Щебенистый грунт средней степени водонасыщения, слабодистый.

Отложения представлены щебенистым грунтом с супесчаным, редко - суглинистым заполнителем от 12% до 42%. На период изысканий грунт находился в мёрзлом состоянии массивной и корковой криогенной текстуры, $i_i \approx 0,1-0,2$ д. ед., при оттаивании от средней степени водонасыщения до водонасыщенного.

Естественная влажность грунта равна 0,14 д. ед., плотность грунта составляет 2,29 г/см³, предел текучести – 0,63 д. ед., число пластичности равно 0,06 д. ед.

Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунта, рассчитанные по методике ДальНИИС [7], принимаются следующими: удельное сцепление – 0,0050 МПа; угол внутреннего трения – 35,5°; модуль деформации – 42 МПа.

Отложения верхней пачки верхнего триаса норийского яруса (Т₃мо³):

Алевролит очень низкой прочности сильновыветрелый до дресвяного грунта с супесчаным пластичным заполнителем, твердомерзлый, льдистый.

Алевролит тёмно-серый, очень низкой прочности. Грунт мёрзлый, корковой криогенной текстуры, $i_i \approx 0,1-0,2$ д. ед., при оттаивании средней степени водонасыщения до водонасыщенного.

Естественная влажность грунта – 0,10 д. ед., плотность грунта равна 2,14 г/см³, предел текучести составляет 0,60 д. ед., число пластичности – 0,05 д. ед.

Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунта, согласно СП 22.13330.2016 [18], следует принять следующими: удельное сцепление – 0,058 МПа; угол внутреннего трения – 29°; модуль деформации – 25 МПа.

Алевролит средней прочности очень плотный, слабыветрелый, размягчаемый, твердомерзлый.

Алевролит серый, темно-серый, сильнотрещиноватый.

Плотность грунта изменяется от 2,67 до 2,72 г/см³, предел прочности варьируется в пределах от 40,0 до 55,12 МПа, коэффициент размягчаемости равен 0,58-0,59.

Среднее значение коэффициента размягчаемости для данного грунта составляет 0,60, поэтому грунт считается размягчаемым.

Лед с включениями грунта.

В разрезе участка выделяется прослой льда с включениями грунта, представленного суглинком. Лед местами на 30-40 % состоит из суглинка.

2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [12]. Исследуемые грунты

предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида. Подразделение и наименование разновидностей многолетнемерзлых грунтов производится в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [8] с учетом особенностей их физико-механических свойств как оснований сооружений. По особенностям физико-механических свойств среди многолетнемерзлых грунтов должны выделяться сильнольдистые, засоленные и заторфованные грунты, использование которых в качестве оснований сооружений регламентируется дополнительными требованиями, предусмотренными разделами 8, 9 и 10. Подразделение грунтов на твердомерзлые, пластично-мерзлые и сыпучемерзлые при проектировании оснований и фундаментов производится в зависимости от их состава, температуры и степени влажности в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [8] с учетом сжимаемости под нагрузкой.

За единый инженерно-геологический элемент могут быть приняты грунты, представленные часто сменяющимися тонкими (менее 20 см) слоями и линзами грунтов различного вида, подвида или разновидности. Слои и линзы, сложенные рыхлыми песками, глинистыми грунтами с показателем текучести более 0,75, органоминеральными или органическими грунтами и другими грунтами, оказывающими существенное влияние на проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности.

Таким образом, в разрезе предварительно можно выделить 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

ИГЭ-1а – суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, слабольдистый,

ИГЭ-1 – дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем, слабольдистый,

ИГЭ-2 – щебенистый грунт средней степени водонасыщения, слабольдистый,

ИГЭ-3м – алевролит очень низкой прочности сильновыветрелый до дресвяного грунта с супесчаным пластичным заполнителем, твердомерзлый, льдистый,

ИГЭ-4м – алевролит средней прочности очень плотный, слабосильноветрелый, размягчаемый, твердомерзлый,

ИГЭ-6 – лед с частицами грунта.

Для изучения характера изменчивости используются следующие показатели свойств грунта: число пластичности – I_p , д.ед.; влажность на границе текучести – W_L , д.ед.; влажность на границе раскатывания – W_p , д.ед.; влажность – W , д.ед.; показатель текучести – I_L , д.ед.; коэффициент пористости – e , д.ед.; процентное содержание фракций грунта.

Графики изменения показателей свойств грунтов по глубине, для предварительно выделенных элементов представлены ниже (рис. 9-31):

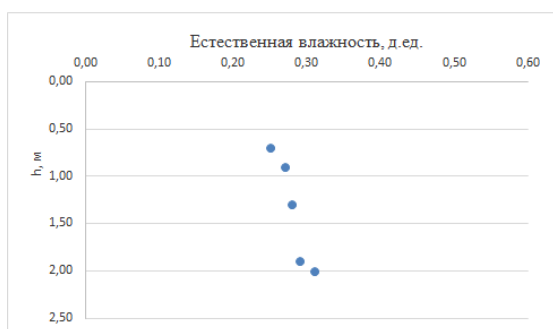


Рисунок 9 – Изменение естественной влажности по глубине (ИГЭ-1а)

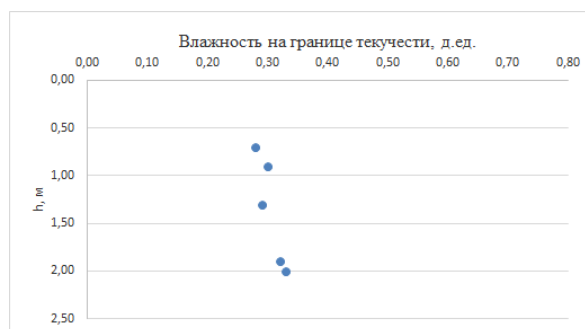


Рисунок 10 – Изменение влажности на границе текучести по глубине (ИГЭ-1а)

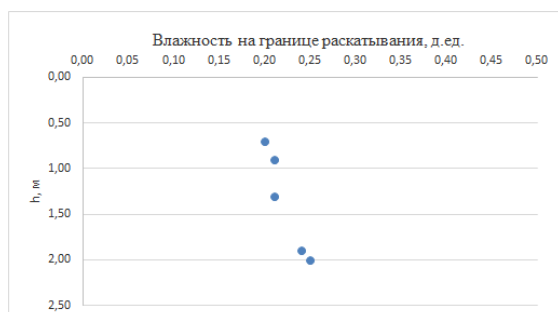


Рисунок 11 – Изменение влажности на границе раскатывания по глубине (ИГЭ-1а)

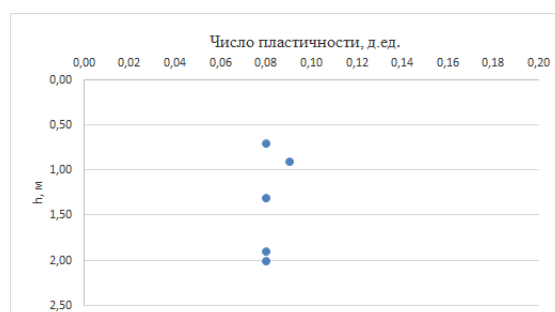


Рисунок 12 – Изменение числа пластичности по глубине (ИГЭ-1а)

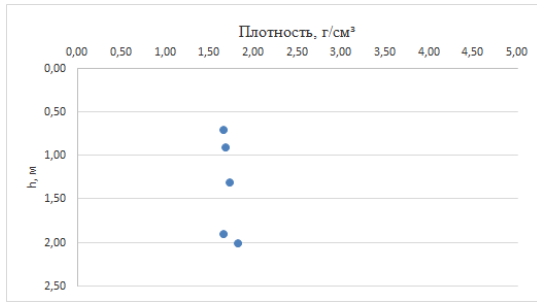


Рисунок 13 – Изменение плотности по глубине (ИГЭ-1а)



Рисунок 14 – Изменение значений коэффициента пористости по глубине (ИГЭ-1а)

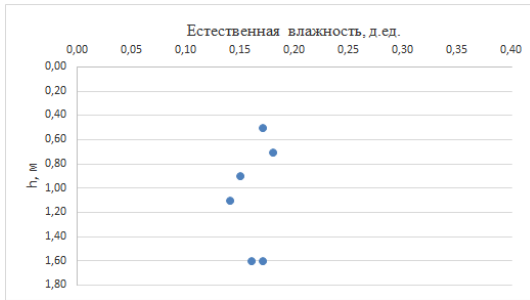


Рисунок 15 – Изменение естественной влажности по глубине (ИГЭ-1)

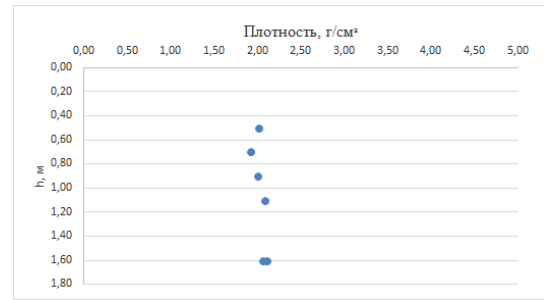


Рисунок 16 – Изменение плотности по глубине (ИГЭ-1)

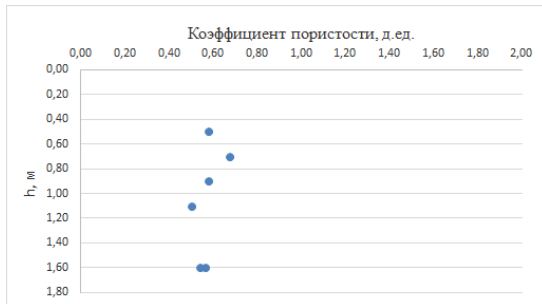


Рисунок 17 – Изменение значений коэффициента пористости по глубине (ИГЭ-1)

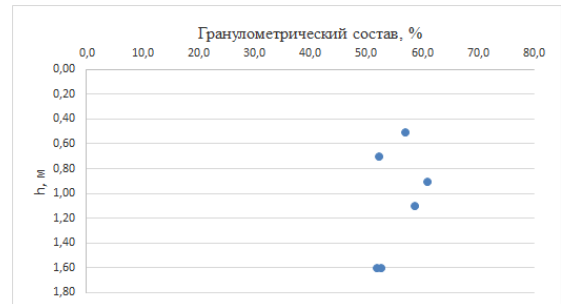


Рисунок 18 – Изменчивость процентного содержания фракции $d > 5$ мм по глубине (ИГЭ-1)

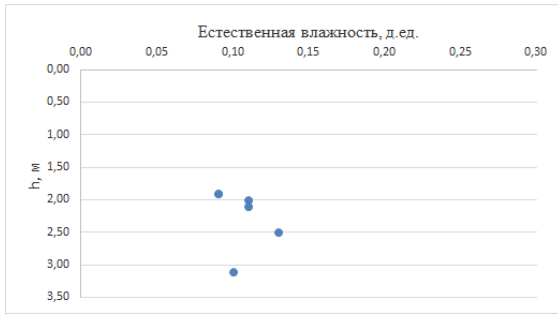


Рисунок 19 – Изменение естественной влажности по глубине (ИГЭ-2)

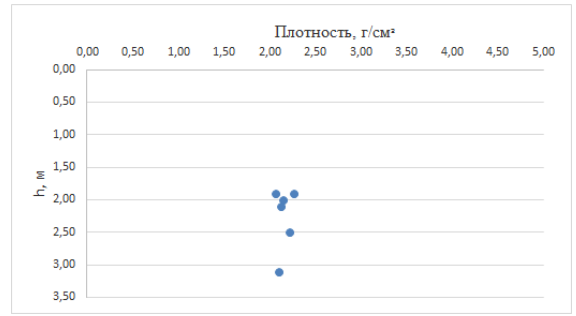


Рисунок 20 – Изменение плотности по глубине (ИГЭ-2)

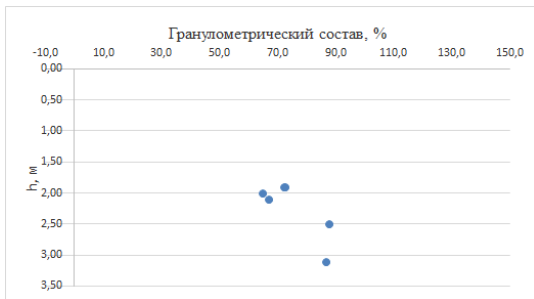


Рисунок 21 – Изменчивость процентного содержания фракции $d > 5\text{ мм}$ по глубине (ИГЭ-2)



Рисунок 22 – Изменение значений коэффициента пористости по глубине (ИГЭ-2)

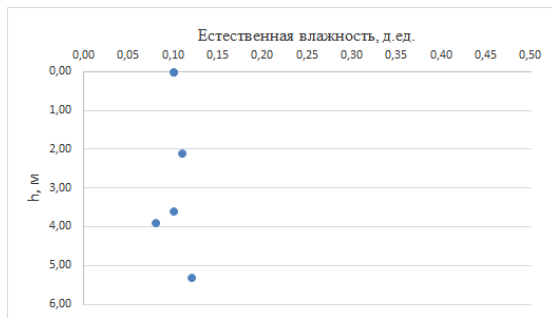


Рисунок 23 – Изменение естественной влажности по глубине (ИГЭ-3M)

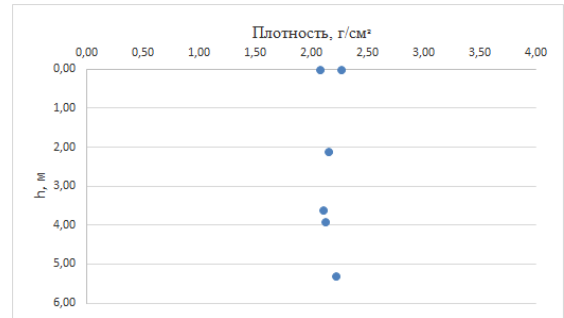


Рисунок 24 – Изменение плотности по глубине (ИГЭ-3M)

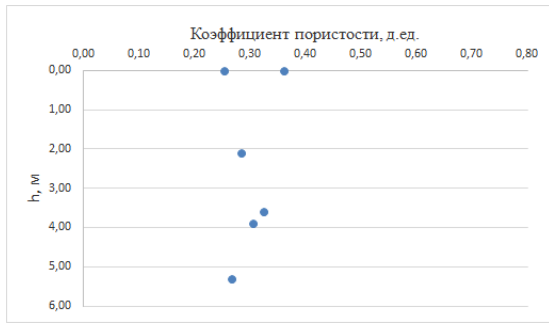


Рисунок 25 – Изменение значений коэффициента пористости по глубине (ИГЭ-3м)

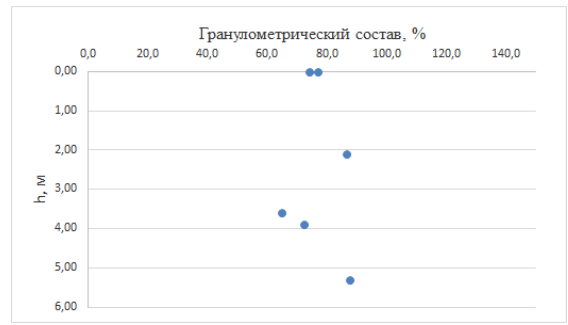


Рисунок 26 – Изменчивость процентного содержания фракции $d > 5$ мм по глубине (ИГЭ-3м)

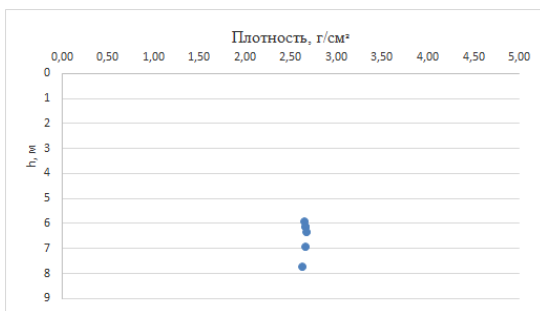


Рисунок 27 – Изменение плотности по глубине (ИГЭ-4м)

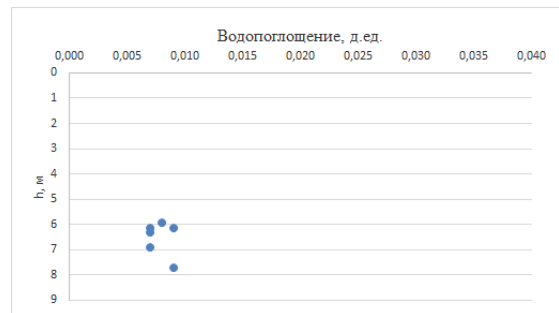


Рисунок 28 – Изменение водопоглощения по глубине (ИГЭ-4м)

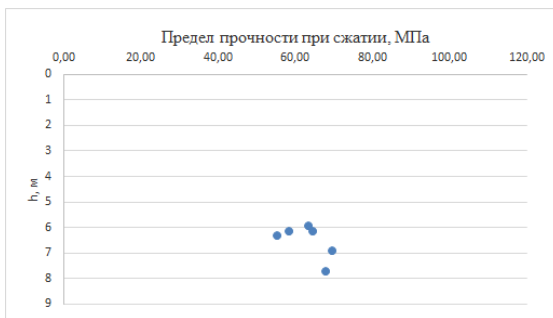


Рисунок 29 – Изменение предела прочности при сжатии по глубине (в сухом состоянии) (ИГЭ-4м)



Рисунок 30 – Изменение предела прочности при сжатии по глубине (в водонасыщенном состоянии) (ИГЭ-4м)

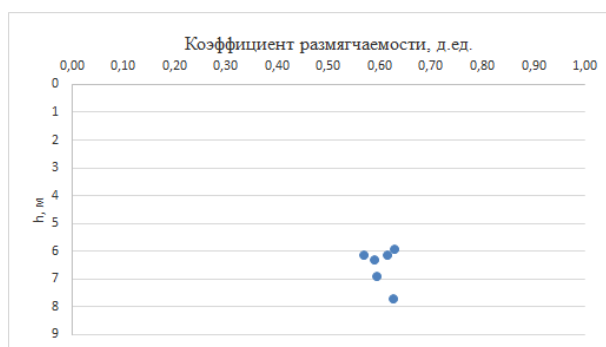


Рисунок 31 – Изменение значений коэффициента размягчаемости по глубине (ИГЭ-4м)

Анализ графиков (рис. 9-31), предварительно выделенных инженерно-геологических элементов показал, что показатели свойств изменяются незакономерно и имеют небольшой разброс, следовательно, данные объемы грунта не требуют дополнительного разделения.

Для более точного обоснования разделения ИГЭ согласно п.4.5 ГОСТ 20522-2012 [12] рассчитывается коэффициент вариации (V). Если не выполняется условие $V < V_{\text{доп}}$, то необходимо разделить ИГЭ на два, или несколько новых.

Коэффициент вариации – мера отклонения опытных данных от выбранного среднего значения, выражаемая в долях единицы или в процентах, вычисляется по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n},$$

где S – среднее квадратичное отклонение,

X_n – среднее значение параметра.

При наличии закономерности изменения характеристик грунта по глубине дальнейшее расчленение ИГЭ не проводят, если коэффициент вариации:

1. для физических характеристик не превышает значение 0,15;
2. для механических характеристик не превышает значение 0,30.

Для обоснования расчленения предварительно выделенных ИГЭ были рассчитаны коэффициенты вариации по физическим характеристикам грунтов (таблицы 2-6).

В таблице 2 приведены результаты статистической обработки данных для суглинка (ИГЭ-1а).

Таблица 2 – Коэффициенты вариации для ИГЭ-1а

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность, W, д.ед.	0,02	0,28	0,08
Влажность на границе текучести, W_L , д.ед.	0,02	0,30	0,07
Влажность на границе раскатывания, W_p , д.ед.	0,02	0,22	0,10
Число пластичности, I_p , д.ед.	0,00	0,08	0,05
Плотность грунта, ρ , г/см ³	0,07	1,71	0,04
Коэффициент пористости, e, д.ед.	0,06	0,71	0,09

При проведении статистической обработки для ИГЭ-1а было выявлено, что характеристики пробы из скважины № 49 значительно отличались от остальных проб, поэтому эта проба была отбракована.

В таблице 3 приведены результаты статистической обработки данных для дресвяного грунта (ИГЭ-1).

Таблица 3 – Коэффициенты вариации для ИГЭ-1

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность, W, д.ед.	0,01	0,16	0,09
Плотность грунта, ρ , г/см ³	0,07	2,03	0,03
Коэффициент пористости, e, д.ед.	0,06	0,57	0,10
Процентное содержание обломков > 5мм, %	3,78	55,5	0,07

В таблице 4 приведены результаты статистической обработки данных для щебенистого грунта (ИГЭ-2).

Таблица 4 – Коэффициенты вариации для ИГЭ-2

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность, W, д.ед.	0,02	0,11	0,14
Плотность грунта, ρ , г/см ³	0,07	2,15	0,03
Коэффициент пористости, e, д.ед.	0,04	0,41	0,09
Процентное содержание обломков > 5мм, %	9,82	75,2	0,13

В таблице 5 приведены результаты статистической обработки данных для алевролита очень низкой прочности (ИГЭ-3м).

Таблица 5 – Коэффициенты вариации для ИГЭ-3м

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность, W, д.ед.	0,01	0,10	0,13
Плотность грунта, ρ , г/см ³	0,07	2,15	0,03
Коэффициент пористости, e, д.ед.	0,04	0,30	0,13
Процентное содержание обломков > 5мм, %	8,8	77,2	0,11

В таблице 6 приведены результаты статистической обработки данных для алевролита средней прочности очень (ИГЭ-4м).

Таблица 6 – Коэффициенты вариации для ИГЭ-4м

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Плотность грунта, ρ , г/см ³	0,02	2,65	0,01
Водопоглощение, д.ед.	0,00	0,01	0,13
Предел прочности при сжатии в сухом состоянии, R_c , МПа	5,45	63,02	0,09
Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, R_c , МПа	4,21	38,08	0,11
Коэффициент размягчаемости, д.ед.	0,02	0,60	0,04

Как видно из таблиц 2-6 коэффициенты вариации для всех предварительно выделенных ИГЭ не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) [12] по всем характеристикам физических свойств грунтов, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

В результате анализа пространственной изменчивости частных значений показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами, с учётом данных о геологическом строении, литологических особенностей грунтов, в пределах площадки согласно ГОСТ 20522-2012 [12] и ГОСТ 25100-2011 [8] окончательно выделен 1 слой и 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

Слой-1 – Почвенно-растительный слой (**pd Q₄**);

Элювиально-делювиальные грунты (ed Q₃₋₄):

ИГЭ-1а – суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, слабодистый.

ИГЭ-1 – дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем, слабодистый.

ИГЭ-2 – щебенистый грунт средней степени водонасыщения, слабольдистый.

Многолетнемерзлые грунты:

ИГЭ-3м – алевролит очень низкой прочности сильновыветрелый до дресвяного грунта с супесчаным пластичным заполнителем, твердомерзлый, льдистый.

ИГЭ-4м – алевролит средней прочности очень плотный, слабывыветрелый, размягчаемый, твердомерзлый.

ИГЭ-6 – лед с включениями грунта.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Статистическая обработка физических и механических характеристик грунтов проводится для вычисления их нормативных и расчётных значений, необходимых для проектирования сооружения [18].

Нормативное значение X_n всех физических (влажности, плотности, пластичности и т. п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации, предела прочности на одноосное сжатие, относительных просадочности и набухания и т. п.) принимают равным среднеарифметическому значению X и вычисляют по формуле:

$$X_n = X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

где n - число определений характеристики;

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

Вычисляется коэффициент вариации V характеристик и показатель точности (погрешности) ее среднего значения ρ_α по следующим формулам:

$$V = \frac{S}{X_n} \quad \text{и} \quad \rho_\alpha = \frac{t_\alpha}{\sqrt{n}},$$

где t_α - коэффициент, принимаемый по таблице Е.2 приложения Е в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности и числа степеней свободы $K=n-1$ [18].

Вычисляется коэффициент надежности по грунту γ_g по формуле:

$$\gamma_g = 1/(1-\rho_\alpha) ,$$

Вычисляется расчетное значение характеристики X грунта по формуле:

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}$$

Расчетные значения устанавливаются для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего трения, модуль деформации), и получают их делением нормативной характеристики на коэффициент безопасности.

Нормативные показатели основных физико-механических свойств грунтов определяются в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [12], методом статистической обработки частных значений характеристик.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2016 [18] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации $\alpha = 0,85$.

ИГЭ1а – Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный, слабобльдистый.

Значение плотности варьируется в пределах от 1,66 до 1,82 г/см³, когда среднее значение плотности составляет 1,74 г/см³, при расчетном значении 1,67 г/см³ (при $\alpha=0,85$) и 1,64 г/см³ (при $\alpha=0,95$).

ИГЭ-1 – Дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем слабольдистый.

Среднее значение плотности грунта равно $2,03 \text{ г/см}^3$, при расчетном значении $2,00 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,85$) и $1,98 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,95$) значение плотности изменяется от $1,92$ до $2,11 \text{ г/см}^3$.

ИГЭ-2 – Щебенистый грунт средней степени водонасыщения слабольдистый.

Значение плотности варьируется в пределах от $2,07$ до $2,26 \text{ г/см}^3$, когда среднее значение плотности составляет $2,15 \text{ г/см}^3$, при расчетном значении $2,12 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,85$) и $2,10 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,95$).

ИГЭ-3м – Алевролит очень низкой прочности сильновыветрелый до дресвяного грунта с супесчаным пластичным заполнителем, твердомерзлый, льдистый.

Среднее значение плотности грунта равно $2,18 \text{ г/см}^3$, при расчетном значении $2,12 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,85$) и $2,10 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,95$) значение плотности изменяется от $2,07$ до $2,26 \text{ г/см}^3$.

ИГЭ-4м – Алевролит средней прочности очень плотный, слабовыветрелый, размягчаемый, твердомерзлый.

Плотность грунта изменяется от $2,62$ до $2,67 \text{ г/см}^3$, при расчетном значении $2,64 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,85$) и $2,63 \text{ г/см}^3$ (при $\alpha=0,95$), при среднем значении равном $2,65 \text{ г/см}^3$.

Предел прочности при сжатии в сухом состоянии варьируется от $55,12$ до $69,34 \text{ МПа}$, при расчетном значении $60,42 \text{ МПа}$ (при $\alpha=0,85$) и $58,41 \text{ МПа}$ (при $\alpha=0,95$), при среднем значении равном $63,02 \text{ МПа}$. Среднее значение предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии равно $38,08 \text{ МПа}$, при расчетном значении $36,09 \text{ МПа}$ (при $\alpha=0,85$) и $34,65 \text{ МПа}$ (при $\alpha=0,95$) значения предела прочности изменяются от $32,50$ до $42,40 \text{ МПа}$ (лист 3).

2.4 Специфические грунты

По данным проведенных работ в пределах изученной 10-метровой толщи на участке развиты специфические грунты: пучинистые и многолетнемерзлые.

По степени морозной пучинистости, по данным лабораторных исследований грунты:

ИГЭ-1а (суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, слабобльдистый) от 7,1 до 8,0%, согласно таблице Б.27 ГОСТ 25100-2011 [8] грунты характеризуются как сильнопучинистые;

ИГЭ-1 (дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем, слабобльдистый) от 4,2 до 4,8%, согласно таблице Б.27 ГОСТ 25100-2011 [8] грунты характеризуются как среднепучинистые;

ИГЭ-2 (щебенистый грунт средней степени водонасыщения, слабобльдистый) от 3,9 до 4,5%, согласно таблице Б.27 ГОСТ 25100-2011 [8] грунты характеризуются как среднепучинистые [65].

Специфичность многолетнемерзлых грунтов заключается в том, что в них постоянно содержится лед. При повышении температуры (выше 0°C) мерзлый грунт оттаивает, и его прочность резко снижается, качественно изменяются и другие свойства, особенно в пылевато-глинистых грунтах. Под зданиями образуются своеобразные «чаши» протаивания.

2.5 Геокриологические условия

Геокриологические условия района работ характеризуется распространением вечномёрзлых грунтов, мощность которых более 300 м. В годовом цикле температурного режима можно выделить: слой сезонного оттаивания и толща вечномёрзлых грунтов.

Термометрические наблюдения осуществлялись в скважине под проектируемыми объектами. Замеры температуры производились после 12 дней "выстойки" скважины.

Температура горных пород зависит от многих факторов, определяющими из которых являются литологический состав, влажность, льдистость, экспозиция склонов, мощность снежного покрова, растительный покров.

На период изысканий (апрель) грунты слоя сезонного промерзания-оттаивания находились в мерзлом состоянии. Рыхлые четвертичные отложения – твердомерзлые, слабольдистые, массивной, корковой и слоистой криогенной текстуры, при оттаивании крупнообломочные грунты от средней степени водонасыщения до водонасыщенных, суглинки - от мягкопластичных до текучих. Грунты скального массива – алевролиты очень низкой прочности твердомерзлые, льдистые, массивной и корковой криогенной текстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения до водонасыщенных.

Температура грунтов варьируется от минус 5,7° до минус 7,0°С.

Глубина сезонного оттаивания зависит от многих факторов (летняя температура воздуха, растительный и моховой покров, влажность и литологический состав грунтов зоны аэрации и т.п.).

Нормативная глубина сезонного оттаивания составляет 2, 5 м [65].

2.6 Геологические процессы и явления на участке

На участке проектируемых работ развит процесс морозного пучения грунтов. Одной из его разновидностей является общее сезонное пучение рыхлых грунтов в процессе их промерзания. Типичный и часто встречаемый на рассматриваемом отрезке процесс. Начало пучения приходится на середину – конец ноября и продолжается в течение всей зимы с максимальной интенсивностью с января по март. Наибольшая величина

пучения наблюдается на переувлажненных участках. Это преимущественно локальные понижения рельефа, где существуют оптимальные условия для его развития [64].

2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

В ходе проведения изысканий на исследуемой площадке были встречены грунты, в соответствии с СП 11-105-97, часть III [19] обладающие специфическими свойствами - это пучинистые и многолетнемерзлые грунты. Также в пределах рассматриваемой площадки проектируемого строительства из числа современных экзогенных геологических процессов, отрицательно влияющих на строительство, следует отметить физическое выветривание, морозное пучение грунтов, а также высокую сейсмичность района.

По совокупности условий, указанных в СП 11-105-97, часть IV, приложение Б [20] исследуемую территорию в отношении строительства следует считать умеренно сложной, отнесенной ко II (средней) категории сложности.

2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения

Основной причиной ухудшения инженерно-геокриологических условий площадок в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений является отепляющий эффект. Он вызван следующей причинно-следственной цепочкой: рубка деревьев и корчевка пней в пределах площадок строительства с нарушением дернового покрова приводит к образованию промоин и оврагов на склонах.

В период проведения строительных работ рекомендуется стремиться к минимальному нарушению дернового покрова, во избежание развития эрозионных процессов, приводящих к образованию промоин и росту оврагов.

При строительстве при нарушении природных условий выбранных площадок (вырубка лесного массива, нарушения целостности почвенно-растительного слоя и проведения отсыпки площадок насыпными грунтами), может привести к изменениям глубин протаивания - промерзания в сторону их увеличения, а также к повышению среднегодовой температуры грунтов. Поэтому основания, которые сложены пучинистыми грунтами, должны проектироваться с учетом того, что такие грунты способны при сезонном промерзании увеличиваться в объеме, что в дальнейшем может привести к подъему поверхности грунта и развитию сил морозного пучения, а при последующем оттаивании эти грунты могут давать осадку [65].

При производстве инженерно-геологических работ также необходимо обращать особое внимание на чрезвычайную «чувствительность» многолетнемерзлых грунтов к техногенным воздействиям и в связи с этим строго выполнять все требования к охране природной среды.

Строительство на площадках рекомендуется проектировать по I принципу, т.е. грунты основания сохраняются в мерзлом состоянии, которое поддерживается в процессе строительства, а также в течение периода эксплуатации сооружения [21].

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ

3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий

На территории участка проектируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства склада ГСМ и гаража. Проведение инженерно-геологических изысканий планируется в неблагоприятный период года, а точнее в апреле. В соответствии с техническим заданием приводится техническая характеристика проектируемых сооружений (табл. 7).

Таблица 7 – Техническая характеристика проектируемых сооружений

Наименование зданий (сооружений)	Геотехническая категория объекта, уровень ответственности	Габариты (длина, ширина, высота), м	Тип фундамента, виды свай	Чувствительность здания к неравномерным осадкам
Склад ГСМ	II	18,6x26,0 x6,0	Свайный, буроопускные железобетонные сваи	Не чувствительно
Гараж	II	25,0x30,0 x6,0	Сваи-стойки, буроопускные железобетонные сваи	Не чувствительно

На территории участка планируется применять I принцип использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания сооружений, так как в соответствии с СП 25.13330.2012 пункт 6.1.2 [21] I принцип применяют, когда грунты основания можно сохранить в мерзлом состоянии причем затраты на мероприятия, обеспечивающие сохранение такого состояния, при этом не велики. При эксплуатации сооружений

отепляющего влияния не будет или оно будет незначительным. При повышенной сейсмичности района также следует применять использование многолетнемерзлых грунтов по принципу I.

Согласно СП 11-105-97 часть 4 прил. Б [20] по совокупности условий исследуемая территория в отношении строительства относится ко II категории сложности. Район работ находится в зоне распространения вечномёрзлых пород, территория склонна к развитию и активизации большого числа неблагоприятных процессов и явлений, связанных с наличием многолетней мерзлоты. Важнейшим из этих процессов является морозное пучение грунтов, а также высокая сейсмичность.

На данном участке строительства планируется использование двух вариантов свай – свай-стойки и свай в твердомёрзлых практически несжимаемых грунтах. Для строительства склада ГСМ планируется заглубление свайного фундамента в скальный грунт. Согласно СП 25.13330.2012 п. 7.3.15 [21] для определения несущей способности свай-стойки должны быть заделаны в неветрелый скальный (без слабых прослоек) грунт не менее чем на 0,5 м. Согласно СП 25.13330.2012 пункт 11.3 [21] в сейсмических районах глубина погружения свай в грунт должна быть не менее 4 м, таким образом, данное условие соблюдается. Отметка ростверка над поверхностью планировки для устранения отепляющего эффекта будет составлять 0,6 м. Для выполаживания склона также запланирована подсыпка на высоту до 1 м. Исходя из всего вышеприведенного длина свай-стоек составит 8,5 м, а длина свай в твердомёрзлых грунтах – 7 м.

Согласно графику распределения температуры грунтов по скважине 66Т (рис. 32) [64] в соответствии с таблицей Б.32 ГОСТ 25100-2011 [8], по температурно-прочностным свойствам, грунты находятся в твердомерзлом состоянии. В связи с этим расчеты проводятся только по несущей

способности в границах условного фундамента и в подстилающих грунтах (лист 3).



Глубина, м.	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	Дата замера
1-й замер темпер. вград.		-9,8	-9,7	-8,5	-7,2	-6,3	-5,5	-4,6	-4,1	-3,5	-3,4	15.04.2015
2-й замер темпер. вград.		-9,1	-9,3	-8,4	-7,1	-6,2	-5,5	-4,6	-4,2	-3,7	-3,5	18.04.2015

Рисунок 32 – График распределения температуры грунтов по скважине

66Т

В результате анализа взаимодействия проектируемого склада ГСМ с геологической средой определены необходимые показатели (табл. 8) с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов.

Таблица 8 – Необходимые показатели физико-механических свойств грунтов для расчета основания склада ГСМ

Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств грунтов	Вид показателя	Цель определения
3м, 4м	R – расчетное сопротивление	нормативный	Расчет несущей способности
2, 3м, 4м	R_{af} – сопротивление сдвигу по поверхности смерзания	нормативный	
5	R_{sh} – сопротивление сдвигу льда по поверхности смерзания	нормативный	
1а, 1, 2, 3м, 4м, 5	ρ – плотность	нормативный	
1а, 1, 2	γ_h – удельная касательная сила пучения	нормативный	Действие касательных сил морозного пучения
2, 3м, 4м	R_{af} – сопротивление сдвигу по поверхности смерзания	нормативный	
5	R_{sh} – сопротивление сдвигу льда по поверхности смерзания	нормативный	

Примечание: м – грунты в мерзлом состоянии

При проведении изысканий планируется рассмотреть два варианта установки свай – сваи-стойки заглубленные ИГЭ-4м или сваи в твердомёрзлых грунтах ИГЭ-3м. Если расчеты устойчивости основания в пучинистых грунтах покажут, что оно не будет устойчивым, то сваи будут опираться на ИГЭ-4м. Для ИГЭ-3м планируется определение расчетного сопротивления сжатию, так как данный ИГЭ, так же как и ИГЭ-4м, будет рассматриваться в качестве основания.

Согласно СП 25.13330.2012 пункт 6.2.2 [21] при использовании многолетнемерзлых грунтов в качестве основания по принципу I для строительства глубина заложения фундамента по табл. 6.1 в зависимости от расчетной глубины сезонного оттаивания грунта должна быть не менее $d_{\min}=2,5+2= 4,5$ м. Для строительства гаража планируется заглубление свайного фундамента в скальный грунт, так как сваи-стойки должны быть

заделаны в невыветрелый скальный грунт не менее чем на 0,5 м (СП 25.13330.2012 п. 7.3.15 [21]), то их длина будет равна 5 м. Для данного сооружения планируется низкий ростверк, подошва которого опирается на не скальные грунты. Так как гараж не будет давать большого утепляющего эффекта, дополнительные мероприятия по устранению или уменьшению теплового воздействия сооружения на мерзлые грунты основания не требуется.

На участке строительства гаража расчеты проводятся по несущей способности в границах условного фундамента (лист 3).

В результате анализа взаимодействия проектируемого гаража с геологической средой определены необходимые показатели (табл. 9) с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов.

Таблица 9 – Необходимые показатели физико-механических свойств грунтов для расчета основания гаража

Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств грунтов	Вид показателя	Цель определения
4м	R – расчетное сопротивление	нормативный	Расчет несущей способности
1а, 3м, 4м	ρ – плотность	нормативный	
1а	ε_{fh} – относительная деформация пучения	нормативный	Действие нормальных сил морозного пучения
3м	R_{af} – сопротивление сдвигу по поверхности смерзания	нормативный	Действие касательных сил морозного пучения
1а	τ_{fh} – удельная касательная сила пучения	нормативный	

Примечание: м – грунты в мерзлом состоянии

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Общая система организации работ по инженерно-геологическим изысканиям включает в себя три основных этапа:

- а) подготовительный;
- б) полевой;
- в) камеральный.

Учитывая сложность инженерно-геологических условий для решения поставленных задач планируется выполнение таких видов работ как:

- сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет;
- инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории;
- топографо-геодезические;
- проходка горных выработок;
- опробование грунтов;
- полевые опытные работы;
- лабораторные и камеральные работы.

Целью изысканий является получение достаточных и достоверных данных для установления проектных значений параметров и других проектных характеристик зданий и сооружений [20].

3.2.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет

Согласно СП 11-105-97 пункт 5.2 [20] сбор и обработку материалов изысканий прошлых лет необходимо выполнять при инженерно-геологических изысканиях для каждого этапа (стадии) разработки предпроектной и проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе.

Сбору и обработке подлежат следующие материалы:

- инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения;
- геолого-съемочных работ, инженерно-геокриологического картирования, региональных исследований, режимных наблюдений и др.;
- научно-исследовательских работ и научно-технической литературы, в которых обобщаются данные о природных – в том числе геокриологических и техногенных условиях территории и их компонентах.

В результате сбора, обработки и анализа материалов изысканий прошлых лет и других данных в программе изысканий и техническом отчете приводится характеристика степени изученности инженерно-геокриологических условий исследуемой территории и оценка возможности использования этих материалов (с учетом срока их давности) для решения соответствующих предпроектных и проектных задач.

3.2.2 Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории

Инженерно-геологическая рекогносцировка проводится с целью описания границ геоморфологических элементов, рельефа, растительности, неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, особенно геокриологических, временных водотоков, выхода ключей и т. д.

3.2.3 Топографо-геодезические работы

На участке топографо-геодезические работы запланированы для обеспечения планово-высотного положения устьев 6 скважин. Результатом геодезических изысканий является составление плана, на котором будет

показано плановое и высотное положения сооружений, а также данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе в масштабе 1:1000.

3.2.4 Проходка горных выработок

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

1. подробного изучения геологического строения;
2. отбора образцов грунтов для определения их свойства, состояния и свойств.

На участке планируется применять I принцип использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания сооружений в соответствии с СП 25.13330.2012 [21], так как по температурно-прочностным свойствам, грунты находятся в твердомерзлом состоянии (рис. 26).

Заложение свайного фундамента планируется на скальный грунт, представленный алевролитом средней прочности очень плотным, поэтому горные выработки необходимо проходить на 2-3 м ниже его поверхности, либо на 2-3 м ниже кровли слабовыветрелых грунтов согласно СП 11-105-97 ч. 4 п. 8.5 [20].

Согласно пункту 8.4 СП 11-105-97 [20] в пределах контуров сооружений II уровня ответственности должно быть не менее трех горных выработок, расстояние между которыми должно быть 30-25 м.

Согласно пункту 8.3 СП 11-105-97 [20] горные выработки будут располагаться по контурам и (или) осям проектируемых сооружений.

Планируется оборудование 2-х скважин под термометрические замеры, поэтому их глубина будет составлять по 10м.

С учетом вышеприведенных дополнений для проектируемого склада ГСМ расстояние между горными выработками не должно превышать 30 м и располагаться они должны по контурам сооружения. Всего в пределах

контура сооружения проектируются 3 горные выработки, предварительная глубина которых составит 10, 9 м и 8 м, итого – 27 п.м.

С учетом габаритов проектируемого склада ГСМ составлена схема расположения скважин в его пределах (лист 2).

Так как габариты проектируемого склада ГСМ в метрах – 26,0x18,6, то расстояние между горными выработками не превысит 30 м и составит 16 м

$$\left(\sqrt{\frac{26^2+18,6^2}{2}} = 15,98 \text{ м}\right).$$

Для проектируемого гаража расстояние между горными выработками также не должно превышать 30 м. Горные выработки будут располагаться по контурам здания. Количество горных выработок в пределах контура составит 3, предварительная глубина 2-х из которых составит 8 м, термометрической – 10 м, итого – 26 п.м.

С учетом габаритов гаража составлена схема расположения скважин в его пределах (лист 2).

С учетом габаритов сооружения – 30,0x25,0 м, расстояние между горными выработками не превысит 30 м и составит 19,5 м $\left(\sqrt{\frac{30^2+25^2}{2}} = 19,5 \text{ м}\right)$.

3.2.5 Опробование грунтов

В процессе проходки горных выработок проводится опробование, объем опробования определяем нормативным методом. Согласно СП 11–105–97 пункт 7.16 [20] количество образцов грунтов следует устанавливать соответствующими расчетами в программе изысканий для каждого характерного слоя (инженерно-геологического элемента) в зависимости от требуемой точности определения их свойств, степени неоднородности грунтов и уровня ответственности проектируемого объекта (с учетом результатов ранее выполненных изысканий в данном районе).

При отсутствии требуемых для расчетов данных следует обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу необходимо получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов, или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов.

С учетом вышеприведенных рекомендаций в таблице 10 приведено количество необходимых определений.

Для ИГЭ-3м планируется определять расчетное сопротивление сжатию для возможного его использования в качестве основания.

В связи с тем, что показатели механических характеристик будут определяться по методике ДальНИИС [7] планируется определять коэффициенты истираемости по одному для каждого ИГЭ. Испытания будут проводиться из остатков монолитов грунта.

Для ИГЭ-5 планируется определение физических характеристик, так как прослой льда местами на 30-40 % состоит из суглинка.

Для того чтобы определить расстояние между точками опробования по вертикали, рассчитывается интервал опробования по формуле:

$$n = H_{\text{ср}} / N * \text{кол-во скв},$$

где n – интервал опробования, м;

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

N – необходимое количество образцов.

Интервал опробования для склада ГСМ составит:

для образцов ненарушенной структуры:

$$\text{ИГЭ-1} - 0,9/10*2 = 0,18 \text{ м};$$

$$\text{ИГЭ-2} - 1,71/10*2 = 0,34 \text{ м};$$

$$\text{ИГЭ-1a} - 2,1/10*1 = 0,21 \text{ м};$$

$$\text{ИГЭ-3м} - 2,01/10*3 = 0,60\text{м};$$

$$\text{ИГЭ-4м} - 3,26/10*3 = 0,97\text{м};$$

$$\text{ИГЭ-5} - 1,63/10*2 = 0,32 \text{ м}.$$

Ввиду того, что ИГЭ-1, ИГЭ-2, ИГЭ-5 имеют сравнительно небольшую мощность, планируется опробование на их полную мощность.

Интервал опробования для гаража для образцов ненарушенной структуры составит:

$$\text{ИГЭ-1a} - 2,0/10*3 = 0,60 \text{ м};$$

$$\text{ИГЭ-3м} - 2,56/10*3 = 0,76\text{м};$$

$$\text{ИГЭ-4м} - 3,8/10*3 = 1,14$$

Таблица 10 – Необходимое количество частных значений характеристик грунта для оснований 2-х сооружений

Инженерно-геологический элемент	Гранулометрический состав г/с	Суммарная/естественная влажность грунта W	Влажность на границе текучести (для заполнителя) W _L	Влажность на границе раскатывания (для заполнителя) W _p	Плотность ρ	Плотность частиц грунта ρ _s	Сопротивление сдвигу по поверхности смерзания R _{af}	Сопротивление сдвигу льда по поверхности смерзания Rsh _i	Сопротивление сжатию R _c	Относительная деформация пучения ε _{f/h}	Удельная касательная сила пучения τ _{f/h}	Коэффициент истираемости и выветрелости K _e	Образцы	
													Нарушенного сложения	Ненарушенного сложения
ИГЭ-1а суглинок легкий пылеватый мягкопластичный, слабодистый	–	20	20	20	20	20	–	–	–	6	12	–	–	20
ИГЭ-1 дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем слабодистый	10	10	10	10	10	10	–	–	–	–	6	1	–	10
ИГЭ-2 щебенистый грунт средней степени водонасыщения слабодистый	10	10	–	–	10	10	6	–	–	–	6	1	–	10
ИГЭ-3м алевролит очень низкой прочности сильновыветрелый до дресвяного грунта с супесчаным пластичным заполнителем, твердомерзлый, льдистый	20	20	20	20	20	20	12	–	6	–	–	1	–	20
ИГЭ-4м алевролит средней прочности очень плотный, слабыветрелый, размягчаемый, твердомерзлый	20	20	–	–	20	20	6	–	12	–	–	1	–	20
ИГЭ-5 лед с включениями грунта	–	10	10	10	10	10	–	6	–	–	–	–	–	10

3.2.6 Полевые опытные работы

Согласно СП 11-105-97 [20] полевые исследования при изучении массивов грунтов проводятся для того, чтобы:

- расчленить геологический разрез, оконтурить линзы и прослой слабых и других грунтов;
- определить физические, деформационные и прочностные свойства грунтов в условиях естественного залегания;
- оценить пространственную изменчивость свойств грунтов;
- определить динамическую устойчивость водонасыщенных грунтов

Выбор метода полевых испытаний зависит от состава, строения и состояния изучаемых грунтов, целей исследований, категории сложности инженерно-геологических условий, проектных нагрузок, глубины заложения, условий эксплуатации оснований зданий и сооружений, типов проектируемых фундаментов и методов их расчета.

Согласно СП 25.13330.2012 [21] обязательным видом полевых работ на данном участке будут термометрические наблюдения в скважинах.

Полевые измерения температуры грунтов согласно ГОСТ 25358-2012 [16] проводятся с целью:

- получения точных данных о температуре мерзлых 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.

От температуры пород грунтовых оснований инженерных сооружений во многом зависит их механическая прочность, а значит, и надежность,

устойчивость работы строительных конструкций и фундаментов, эксплуатируемых в криолитозоне по I принципу.

Температура многолетнемерзлых грунтов оснований определяется в скважинах глубиной 10-15 м (в соответствии с ГОСТ 25358-2012) [16]. Всего планируется оборудование 2 скважин под термозамеры.

3.2.7 Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов в соответствии с СП 11-105-97 [20] выполняются с целью определить состав, состояние, физические, механические, прочностные, химические свойства грунтов для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [8], определить нормативные и расчетные характеристики, выявить степень однородности (выдержанности) состава и свойств мерзлых грунтов по площади и глубине, выделить инженерно-геологические элементы, составить прогноз состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Лабораторные испытания образцов грунта проводятся с сохранением естественного состояния грунта, в твердомерзлом состоянии.

Лабораторные исследования, которые запланированы в данном проекте, следующие: определение гранулометрического состава; определение физических свойств, таких как определение влажности, влажности на границе раскатывания, влажности на границе текучести, плотности грунта, плотности частиц грунта; определение механических свойств грунтов – определение удельной касательной силы пучения, относительной деформации пучения, сопротивления сдвигу по поверхности смерзания, сопротивления сжатию мерзлого грунта, коэффициента истираемости; а также определение коррозионных свойств грунтов: определение коррозионной активности грунтов по отношению к бетону и железу, химический анализ водной вытяжки.

Согласно СП 25.13330.2012 п. 6.3.8 [21] металлические и деревянные конструкции фундаментов в слое сезонного промерзания и оттаивания грунта должны быть защищены от коррозии и гниения. Антикоррозионную защиту следует выполнять для всех металлических поверхностей подземных конструкций в слое сезонного промерзания-оттаивания и ниже на 1 м.

Виды и объемы работ представлены в таблице 11.

3.2.8 Камеральные работы

Камеральная обработка полученных материалов (текущая, предварительная) осуществляется в процессе производства полевых работ и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательная камеральная обработка и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий) [20].

В соответствии с СП 11-105-97 окончательная камеральная обработка производится с целью уточнения и доработки представленных предварительных, оформления текстовых и графических приложений и составления текста технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценки и прогноза возможных изменений инженерно-геокриологических условий [20].

Технический отчет должен содержать согласно ГОСТ 21.301-2014 [17]:

- графическую часть (инженерно-геологические разрезы, карты различного содержания, литологические колонки, графики);
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов;
- пояснительную записку.

Таблица 11 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Единица измер.	Объем работ	Примечание
1. Полевые работы				
1.	Инженерно-геологическая рекогносцировка	м ²	100	СП 47.13330.2012
2.	Плановая и высотная привязка геологических выработок	скв.	6	СП 11-104-97
3.	Механическое колонковое бурение 6 скважин	п.м.	53	РСН 7788
4.	Термонаблюдения в скважинах	т/мес.	2	ГОСТ 25358-2012
5.	Отбор монолитов нескальных грунтов	мон.	50	ГОСТ 12071-2014
6.	Отбор монолитов скальных грунтов из скважин	мон.	40	ГОСТ 12071-2014
2. Лабораторные работы				
1.	Определение гранулометрического состава	опр.	60	ГОСТ 12536-2014
2.	Определение влажности	опр.	90	ГОСТ 5180-2015
3.	Определение влажности на границе текучести	опр.	60	ГОСТ 5180-2015
4.	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	60	ГОСТ 5180-2015
5.	Определение плотности частиц грунта	опр.	90	ГОСТ 5180-2015
6.	Определение плотности грунта	опр.	90	ГОСТ 5180-2015
7.	Определение удельной касательной силы пучения	опр.	24	ГОСТ Р 56726-2015
8.	Определение относительной деформации пучения	опр.	6	ГОСТ 28622-2012
9.	Определение сопротивления сдвигу по поверхности смерзания	опр.	30	ГОСТ 12248-2010
10.	Определение сопротивления сжатию при одноосном сжатии	опр.	18	ГОСТ 12248-2010
11.	Определение коэффициента истираемости и выветрелости	опр.	4	Методика ДальНИИС
12.	Определение коррозионной активности грунтов по отношению к бетону и стали	опр.	3	СП 28.13330.2012
13.	Химический анализ водной вытяжки	опр.	3	ГОСТ 26424-85
14.	Химический анализ воды ИГЭ 5 (лед)	опр.	1	ГОСТ 26424-85
3 Камеральные работы				
1.	Составление технического отчета	отчет	1	ГОСТ 21.301-2014

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет

Сведения о климате, гидрографии, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических и инженерно-геологических процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории должны быть включены в состав материалов, подлежащих сбору и обработке [20].

Характеристика степени изученности инженерно-геологических условий исследуемого участка и оценка возможности использования этих материалов, с учетом срока и давности (не более 3-х лет), для решения соответствующих проектных задач должна проводиться по результатам сбора, обработки и анализа материалов изысканий прошлых лет и других данных в программе изысканий и техническом отчете.

Все материалы изысканий прошлых лет используются для отслеживания динамики изменения геологической среды под влиянием техногенных воздействий [20].

3.3.2 Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории

При проведении инженерно-геологического рекогносцировочного обследования территории ведется журнал инженерно-геологического обследования. В журнале ведется описание проводимых маршрутов: детальное описание и зарисовка местности, описываются естественные обнажения, все неблагоприятные участки развития физико-геологических процессов и явлений.

В случае проявления на участках геологических, а также инженерно-геологических (в том числе криогенных) процессов следует выполнять их описание с оценкой площади поражения и активности.

На участках развития многолетнемерзлых пород также выполняется полевое описание криогенного строения пород и геокриологических процессов.

3.3.3 Топографо-геодезические работы

Осуществление топографо-геодезических работ проводится методом тахеометрической съёмки для планово-высотной привязки горных выработок с помощью тахеометра, т. е. визированием трубой тахеометра на рейку с нанесенной на нее шкалой. Работы выполняются в соответствии с рекомендациями СП 47.13330.2012 [22]. При выполнении данных работ измеряются расстояния и горизонтальные углы для определения превышения между принятой исходной поверхностью и точками местности, с вычислением высот. Плановая и высотная привязка будет выполняться с использованием двухчастотных спутниковых геодезических приемников Thales Navigation ZMax 02 (рис. 33) и полевых портативных компьютеров Trimble Nomad (рис. 34). По завершению топографической съёмки составляется план масштабом 1:1000, на котором показано высотное и плановое положение зданий и сооружений, а также данные привязки основных строительных осей к геодезической основе.



Рисунок 33 – Полевой контроллер Thales Navigation Z-Max 02



Рисунок 34 – Портативный компьютер Trimble Nomad

3.3.4 Бурение скважин

Геолого-технические условия бурения. Буровые скважины при изысканиях проходятся для изучения геологического разреза, отбора образцов грунта для дальнейших лабораторных испытаний и для постановки различного рода опытных работ.

Проектом предусматривается бурение скважин до глубины 8, 9 и 10 м под строительство склада ГСМ, и еще двух скважин до глубины 8 м и одной скважины глубиной 10 м под строительство гаража. В процессе бурения производится отбор образцов ненарушенного сложения. Всего метраж бурения составляет 53 м. Инженерно-геологический разрез участка работ представлен на листе 2.

По классификации горных пород по буримости грунты, слагающие данный геологический разрез относятся к следующим категориям [1]:

- суглинок легкий пылеватый, слабольдистый – IV категория;
- дресвяный грунт с супесчаным текучим заполнителем, слабольдистый – VI категория;
- щебенистый грунт средней степени водонасыщения, слабольдистый – VI категории;
- алевролит очень низкой прочности сильновыветрелый до дресвяного грунта с супесчаным пластичным заполнителем, твердомерзлый, льдистый – VI категория;
- алевролит средней прочности очень плотный, слабовыветрелый, размягчаемый, твердомерзлый – VII категория;
- лед с включениями грунта – III категория.

Проходка горных выработок будет осуществляться механизированным способом.

После завершения работ все горные выработки ликвидируются (обратной засыпкой с утрамбовкой) для того, чтобы исключить загрязнение природной среды и активизацию геологических и инженерно-геологических процессов.

Выбор конструкции скважины. Конструкция скважин определяется минимальным диаметром монолита, глубиной скважины и сложностью геологического разреза, способом, технологией и техникой бурения. Скважины по назначению будут разведочными, так как необходимо детально изучить геологический разрез, отобрать образцы грунта, изучить последовательность

залегания слоев грунта, их мощность и положение контактов, структурных и текстурных особенностей грунта (лист 4) [2].

Выбор способа бурения. Вид и способ бурения выбирается 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.

Для проходки в мерзлых породах и льдах необходимо применять колонковое бурение с продувкой сжатым воздухом.

Колонковый способ бурения с продувкой проводится в скважинах малого диаметра в породах любой твердости последовательными рейсовыми углублениями, в основном твердосплавным породоразрушающим инструментом (коронками), с заменой инструмента после подъема снаряда, с передачей крутящего момента с помощью бурильных труб вращателем подвижного типа, без дополнительного рабочего механизма, с низкой частотой вращения, с выносом продуктов разрушения потоком воздуха, с прямой циркуляцией, создаваемой компрессором на поверхности, с получением керна и транспортированием в колонковой трубе, с закреплением стенок обсадными трубами [2].

Выбор буровой установки и технологического инструмента. Выбор буровой установки производится в соответствии с конструкцией скважины и выбранным способом бурения по ее технической характеристике, основными параметрами которой являются глубина бурения, начальный и конечный диаметры скважины и грузоподъемность лебедки. В соответствии с выбранным способом бурения и выбранной конструкцией скважины можно осуществить выбор буровой установки. Таким образом, для бурения колонковым способом в данных условиях можно использовать буровую установку УРБ-2А-2 на шасси Урал-4320 (рис. 35). Эта буровая установка с подвижным вращателем,

предназначенная для бурения вращательным способом с продувкой скважины. Технические характеристики буровой установки представлены в таблице 12.



Рисунок 35. Буровая установка УРБ-2А2

Таблица 12 – Технические характеристики буровой установки УРБ-2А2

Показатели	Ед. измерения	Значения
Общая масса	т	13,830
Рабочие габариты, ширина/длина/высота	м	2,50/8,33/8,38
Макс. глубина поискового сверления (шнеком/с промывкой)	м	30/100
Диаметр сверления начальный	мм	190
Диаметр поискового сверления конечный (с продувкой/с промывкой/шнеком)	мм	118/93/135
Допустимая нагрузка на крюк	кгс	5100

В качестве породоразрушающего инструмента для колонкового бурения необходимо применять твердосплавные коронки. Коронки входят в состав колонкового набора. Твердосплавные коронки используются для бурения мягких и средней твердости пород I-VIII .

Для бурения мягких пород I-IV категорий по буримости применяются ребристые коронки типа М5. Для бурения малоабразивных пород IV-VI

категорий по буримости применяются коронки типа СМЗ. Для бурения алевролитов средней твердости IV-VII категорий по буримости применяются коронки типа СМ6 [2] (лист 4).

Технология бурения скважин. Основными видами работ на участке является бурение скважин. Бурение скважин должно производиться буровой установкой УРБ-2А2 колонковым способом бурения с продувкой, т.е. с очисткой забоя сжатым воздухом. Для этого следует использовать ребристые твердосплавные коронки, обеспечивающие свободный выход воздуха из-под торца [2].

Диаметр бурильных труб следует брать таким, чтобы отношение площадей сечений кольцевого пространства скважины и канала в бурильных трубах приближалось к единице. Необходимо избегать ступенчатого ствола скважины, так как в местах его расширения уменьшается скорость восходящего потока воздуха в кольцевом зазоре между стенками скважины и колонной штанг должна быть в пределах 8-12 м/с. Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент примерно та же, что и при бурении с промывкой. Частота вращения снаряда не должна превышать 60 об/мин, так как при отборе монолитов мерзлых пород должно сохраняться мерзлое состояние пород. Осевая нагрузка до 10 кН.

Для бурения скважин с продувкой необходимо применять передвижные компрессоры с подачей воздуха до 10 м³/мин и давлением до 0,8-1 МПа.

Выход керна должен составить не менее 70%.

Особенности бурения ледяных грунтов. Наиболее информативным и надежным методом исследования ледяных грунтов является бурение скважин. Расположение скважин определяется после электропрофилирования.

Разведочные выработки задают по створам, перпендикулярным направлению предполагаемой границы участка с подземным льдом, а в некоторых случаях – в шахматном или ином порядке. Расстояние между выработками, их глубина и общее количество определяются условиями

залегания льда, связи его с рельефом, формой ледяных тел и в основном зависят от принадлежности льда к тому или иному типу или виду, а также от вида исследований [4].

В процессе изучения условий залегания и распространения подземных льдов и оконтуривания их формы по каждому разрезу или выработке ведут дневник, в котором, помимо общих сведений, отмечают:

- глубину залегания льдов от дневной поверхности (при этом подробно описывают особенности перекрывающего слоя грунта);
- мощность льдов;
- текстуру льдов по глубине, наличие переслаивания льда и минеральной породы, характер расположения и мощность элементарных жилок; взаимоотношение жилы льда с вмещающей породой;
- глубину нижней границы льдов; нижней границы образующей трещины: трещины-«спутники», сопряженность трещин и т.д.
- характер контакта льдов с вмещающими породами (резкий, постепенный, расплывчатый, выклинивающимися апофизами) [4].

3.3.5 Опробование грунтов

Опробование – комплекс работ, дающий возможность получения обобщенных показателей состава, состояния и свойств массива пород с заданной точностью и надежностью, отвечающей степени изученности пород, стадии исследования и классу сооружений.

Отбор образцов многолетнемерзлых грунтов из горных выработок, а также их упаковка, доставка в лабораторию и хранение производится в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [9].

Способ отбора образцов мерзлых пород. Отбор образцов для определения величины льдистости (суммарной влажности, W_{tot}) зависит от криогенной текстуры опробуемых инженерно-геологических элементов. В дисперсных однородных по составу породах с массивной криогенной текстурой

используется точечный способ отбора образцов. Специально отбираются пробы мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями (влажность минеральных прослоев, W_m).

Отбор образцов. Отбор образцов выполняют в объеме, обеспечивающем разделение разреза на инженерно-геологические элементы. Общее количество образцов должно быть достаточным для получения статистически обеспеченных характеристик выделенных инженерно-геологических элементов согласно ГОСТ 12071-2014 [9].

Особенностью отбора образцов ледяных грунтов является необходимость отбирать их при отрицательной температуре окружающего воздуха, а в теплое время года - при условии их немедленной теплоизоляции и доставки в хранилище с отрицательной температурой воздуха.

При отборе образцов льда бурение скважин следует вести укороченными рейсами (0,2-0,5 м) с пониженным числом оборотов бурового инструмента (20-60 об/мин) для недопущения оттаивания монолитов мерзлого грунта; допускается вести бурение с продувкой холодным воздухом, охлажденным до отрицательной температуры.

Для отбора образцов льда горные выработки следует проходить без предварительного протаивания грунта и при условии предохранения места отбора образцов от протаивания и подтока надмерзлотных вод.

Упаковка образцов. Согласно ГОСТ 12071-2014 [9] этикетки должны заполняться четко, простым графитовым карандашом, исключая возможность обесцвечивания или расплывания записей.

Монолиты мерзлых грунтов, а также льдов укладывают в специальные термосы, которые состоят из наружного и внутреннего деревянных ящиков, пространство между которыми заполнено теплоизоляционным материалом (вспененный полиэтилен, листы пенопласта).

Допускается использовать мобильные морозильные камеры и современные изотермические контейнеры (термоконтейнеры) согласно их

техническим характеристикам (в том числе с аккумуляторами холода), при обеспечении отрицательной температуры в течение необходимого количества времени.

Монолиты отделяют от стен ящика плотным слоем заполнителя толщиной 3-4 см и друг от друга толщиной 2-3 см.

В качестве заполнителя используются сухие (для монолитов мерзлого грунта и льда) древесные опилки, стружка или аналогичные им по свойствам материалы (листы пенопласта, воздушно-пузырчатая полиэтиленовая пленка).

Под крышку ящика необходимо положить ведомость образцов, завернутую в полиэтиленовую пленку или целлофановый пакет. Ящики надлежит пронумеровать, снабдить надписями "Верх", "Хрупкое" или "Не бросать" (особенно если перевозят сторонние организации), а также адресами получателя и отправителя [9].

Транспортирование и хранение образцов. Согласно ГОСТ 12071-2014 [9] монолиты грунта при транспортировании не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям.

Монолиты льда, так же как и монолиты мерзлых грунтов транспортируются упакованными в специальные термосы, морозильные камеры и термоконтейнеры. В летнее время транспортировка с использованием термосов возможна лишь на небольшие расстояния. Если транспортировка образцов в термосах осуществляется на значительное расстояние, то необходимо использовать транспорт, оборудованный морозильной камерой. Упакованные монолиты мерзлого грунта хранят в морозильных ларях и камерах при температуре не выше минус 3°C.

Срок хранения монолитов мерзлых грунтов и льдов не должен превышать 1 месяц с момента отбора до начала лабораторных испытаний в помещениях или камерах.

3.3.6 Полевые опытные работы

Для изучения геокриологических условий площадок, две скважины глубиной 10м должны быть оборудованы для замера температуры грунтов в соответствии с ГОСТ 25358-2012 [16]. Согласно ГОСТ 25358-2012 п. 5.1 [16] для полевого измерения температуры грунтов в скважинах используется комплект для измерения температуры грунтов в скважинах в том числе в области вечной мерзлоты. В состав комплекта входят: 1. Прибор ЭТЦ-0,1/10; 2. Термокоса ТК-10/10 (рис. 36, 37). Технические характеристики приборов представлены в таблице 13. Измерения температуры проводятся после 12-дневной выстойки скважины, интервал между датчиками составляет 1 м.



Рисунок 36 – Прибор ЭТЦ-0,1/10



Рисунок 37 – Термокоса ТК-10/10

Таблица 13 – Технические характеристики комплекта для измерения температуры грунтов

Основные технические характеристики прибора	
Вес прибора, кг	0,4
Размеры прибора, мм	145,2 x 81,7 x 39,4
Источник питания	1 элемент, 9В «Крона»
Потребляемый ток, мА	2
Режим работы	Полуавтоматический
Температурный диапазон работы прибора, °С	-50°С : +50°С
Технические характеристики косы термодатчиков	
Тип датчика	ЧЭМТ — 8
Гидроизоляция	Полиэтилен
Номинальное сопротивление датчика, Ом	100
Диапазон измерения температуры, °С	-50°С : +50°С
Погрешность измерения температуры, °С	±0,2
Тепловая инерция датчиков, мин	8-10
Тип проводов	П-274

Измерение температуры грунтов проводится в следующем порядке:

- проверяется рабочая глубина скважины, отсутствие в ней воды или снежной шубы посредством грузового лота, обеспечивающего проход гирлянды;

- в скважину или защитную трубу опускается гирлянда на заданную глубину, закрепляется во входном отверстии скважины пробкой и остается там на период выдержки;

- после установки гирлянды в скважину в полевом журнале записывается номер скважины, дата ее проходки и обустройства, номер гирлянды, дата и время ее установки, температура наружного воздуха, измеренная с помощью термометра-праща;

- оценивается период выдержки гирлянды в скважине;

- по истечении периода выдержки гирлянды в скважине проводятся измерения и регистрация температуры грунта;

- непосредственно после записи отсчетов проводится оценка значений температуры сопоставлением их между собой или с данными предыдущих измерений. При наличии аномальных отклонений измерения повторяются;

- по окончании измерений переносная гирлянда извлекается из скважины, скважина закрывается пробкой, а короб крышкой. Если гирлянда стационарная, то наружную ее часть укладывают под крышку короба, накрывают непромокаемой пленкой [16].

3.3.7 Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов выполняются с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств, для определения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [8]. При производстве лабораторных работ руководствуются нормативными документами.

Определение физических характеристик следует производить в соответствии с ГОСТ 5180-2015 [11].

Определение суммарной влажности грунта. Согласно ГОСТ 5180-2015 [11] точечный метод применяется для определения суммарной влажности мерзлых глин, суглинков, супесей, песков, характеризующихся массивной криогенной текстурой, и для определения влажности минеральных прослоек (или минеральных агрегатов) w_m , заключенных между ледяными слоями или ограниченными перемичками льда.

Точечный метод – это определение влажности в некоторой «точке» слоя грунта. Имеется в виду некоторый малый объем грунта, который не превышает нескольких сантиметров в любом направлении. Проба грунта высушивается до постоянной массы. Взвешивание производится с точностью до 0,01 г. После отбора пробы грунта бюкс обматывается изоляцией, которая снимается при его взвешивании. Взвешивание необходимо проводить в тот же день, когда производится отбор пробы грунта. Минимальная навеска для определения суммарной влажности должна составлять не менее 30 г. Количество проб и частота их отбора по глубине разреза определяются задачами исследования. Обычно в однородных по составу грунтах с массивной криогенной текстурой с каждого метра разреза отбираются 3–4 пробы грунта. При содержании в грунтах органических остатков менее 10 % от массы сухого грунта допускается ускоренное высушивание мерзлого грунта при температуре 200–250 градусов (первичное – в течение 1 ч, повторное – 30 мин).

Определение влажности на границе текучести. В соответствии с ГОСТ 5180-2015 [11] для определения влажности на границе текучести следует приготовить из исследуемого грунта пасту, при погружении в которую балансирующий конус под действием собственного веса тонет за 5 секунд на глубину 10мм (метод балансирующего конуса).

Определение влажности на границе раскатывания (пластичности). В соответствии с ГОСТ 5180-2015 [11] для определения влажности на границе

раскатывания нужно приготовить из исследуемого грунта пасту. Затем раскатывать ее в жгут диаметром 3мм, до того момента пока она не начнет рассыпаться на кусочки длиной 3-10 мм (метод раскатывания жгутиков).

Определение плотности мерзлого грунта. Согласно ГОСТ 5180-2015 [11] плотность мерзлых грунтов определяется методом взвешивания в нейтральной жидкости. Для этого определяется плотность нейтральной жидкости ареометром при температуре испытания. Образец грунта и нейтральная жидкость обязательно должны иметь отрицательную температуру. Обязанный нитью образец грунта взвешивается. Затем образец еще раз взвешивается в нейтральной жидкости.

Определение плотности частиц грунта. Согласно ГОСТ 5180-2015 [11] определяется пикнометрическим методом. Пикнометр взвешивается с водой, которая налита до отметки, затем взвешивается вместе с грунтом, потом кипятится 30 минут. После охлаждения необходимо добавить воды по нижнему краю мениска и снова взвешать. Затем на основании полученных данных определяется удельный вес.

Определение гранулометрического состава. Для крупнообломочных грунтов гранулометрический состав проводят в соответствии с ГОСТ 12536-2014 [14]. Для определения гранулометрического (зернового) состава грунтов используют ситовой метод.

Лабораторные определения характеристик прочности и деформируемости грунтов проводятся в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [13].

Определение сопротивления сжатию при одноосном сжатии. Предел прочности на одноосное сжатие R_c определяется испытанием мерзлого грунта методом одноосного сжатия.

Испытания грунтов на одноосное сжатие выполнять прибором АСИС (рис.38) [66]. Приспособление на одноосное сжатие предназначено для испытаний образцов скальных грунтов по ГОСТ 12248-2010 [13].



Рисунок 38 – Прибор одноосного сжатия для испытания мерзлых грунтов. При проведении испытаний приспособление обеспечивает возможность измерения продольных и поперечных деформаций.

Определение сопротивления сдвигу по поверхности смерзания. Испытание мерзлого грунта методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивления сдвигу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом фундамента или другим твердым материалом R_{af} , сопротивления сдвигу льда по поверхности смерзания с грунтом или грунтовым раствором $R_{sh,i}$.

Испытание проводит автоматизированный испытательный комплекс АСИС (рис. 39), позволяющий испытывать образцы грунта в условиях одноплоскостного среза [66].



Рисунок 39 – Прибор одноплоскостного среза для испытания мерзлых грунтов

В процессе испытаний осуществляется автоматическое управление вертикальной и сдвиговой нагрузками, измерение вертикальных деформаций и деформаций сдвига.

Определение удельной касательной силы морозного пучения. Для исследований морозного пучения грунтов в лабораторных условиях необходимо смоделировать процесс перехода фазового состава поровой воды в лед, вследствие чего происходит разуплотнение скелета грунта.

АСИС позволяет в автоматизированном режиме определить степень пучинистости грунтов в лабораторных условиях (рис. 40) [66].



Рисунок 40 – Установка морозного пучения

В процессе испытания осуществляется автоматическое поддержание заданного градиента температур между верхней и нижней поверхностью образца, управление вертикальной нагрузкой, измерение вертикальных деформаций пучения, подача жидкости к нижней поверхности образца.

Согласно ГОСТ Р 56726-2015 [15] для определения удельной касательной силы морозного пучения образец грунта, смороженный с образцом материала фундамента вставляется в испытательное устройство. Плоскость смерзания должна располагаться в зазоре, который составляет 1-2 мм, между подвижной и неподвижной частями устройства.

К образцу плавно, исключая удары, прикладывается нормальная нагрузка, выдерживается не менее 5 мин и затем включается срезающая нагрузка.

Значение нормального давления, при котором проводится испытание, назначают с учетом глубины залегания образца или определяют в программе испытаний. При отсутствии данных это давление принимают равным 0,05 МПа.

Прикладывается нагрузка, которая обеспечивает перемещение образца фундамента относительно образца грунта с постоянной скоростью в диапазоне 10-20 мм/сут.

Испытания проводят при трех значениях температур, которые равны: минус 1°C; минус 2°C, минус 6°C.

Устойчивое сопротивление сдвигу в опыте фиксируется в момент, когда максимальное перемещение образца материала фундамента относительно образца грунта достигает не менее 10 мм.

Определение относительной деформации морозного пучения. В соответствии с ГОСТ 28622-2012 [24] образец грунта в обойме, которая смазана внутри тонким слоем технического вазелина, помещают в установку на увлажненный капиллярно-пористый материал поддона и проводят следующие операции: проверяют положение штока механизма для нагружения образца по отношению к центру образца; устанавливают прибор для измерения вертикальных деформаций образца грунта; заполняют поддон и емкость водой или подключают систему непрерывного подтока воды к образцу и ее обогрева; устанавливают термодатчики в образец грунта; к образцу грунта плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку; записывают начальные показания приборов.

Затем установка помещается в холодильную камеру и (или) устанавливается охлаждающий циркуляционный термостат и выдерживается при температуре $(1 \pm 0,5)$ °C не менее суток. В дальнейшем температура в камере или термостате понижается. Температура на верхнем торце образца грунта должна составлять минус $(4 \pm 0,2)$ °C, для засоленных грунтов ($T_{bf} - 2.5$) °C, где T_{bf} - температура начала замерзания исследуемого грунта.

Включают автоматизированную систему для поддержания положительной температуры воды в поддоне, равной $(2 \pm 0,2)$ °C.

В ходе испытания через каждые 12 ч необходимо снимать показания приборов для измерения вертикальной деформации и температуры верха и низа образца грунта.

Во время испытания следят за непрерывностью подтока воды к образцу грунта и поддержанием температуры воды в поддоне.

Испытание прекращается при промораживании образца грунта до глубины 100 мм.

Сразу после окончания испытания образец грунта извлекается из обоймы, разрезается вдоль вертикальной оси и измеряется фактическая толщина промерзшего слоя (за исключением зоны пластично-мерзлого грунта) и описывается его криогенная текстура [24].

Определение коэффициента истираемости в полочном барабане. Согласно методике ДальНИИС [7] образцы грунта нарушенной структуры, достаточные для получения из них крупнообломочных фракций (частицы более 2 мм) не менее 5 кг из каждой геологической выработки (для каждого выделенного инженерно-геологического элемента), помещаются в жесткую тару и доставляются в лабораторию.

Образец грунта нарушенной структуры промывается водой на сите 2 мм. Остаток на сите подсушивается до воздушно-сухого состояния.

Квартованием остатка на сите 2 мм отбираются две пробы крупнообломочных фракций для испытаний на истирание массой $2 \pm 0,3$ кг.

Пробы засыпаются в полочный барабан и после обработки ее в течение 10 мин (частота вращения барабана $55-65 \text{ мин}^{-1}$) их просеивают через сито 2 мм и определяют массу частиц более и менее 2 мм. Дальнейшую обработку пробы в барабане ведут циклами по 2 минуты. После каждого 2-минутного цикла выполняется рассеивание и взвешивание фракций пробы более и менее 2 мм. Истирание пробы обработкой в барабане продолжается до тех пор, пока прирост массы фракций менее 2 мм после очередного 2-минутного цикла станет равным 0,5% начальной массы пробы (точка отказа). Установленное для

этого момента значение массы фракций менее 2 мм используется для вычисления коэффициента истираемости обломков.

Определяется коэффициент истираемости обломков K_e и оценивается их механическая прочность v .

Нормативное значение коэффициента истираемости обломков для каждого выделенного инженерно-геологического элемента определяется по результатам испытаний не менее чем шести проб [7].

Определение коррозионной активности грунта к стали и бетону. Для проведения химического анализа грунтов с целью оценки их коррозионной активности определяют общую жесткость, содержание нитрат-ионов, хлор-ионов, общее содержание железа, pH. По полученным данным определяют коррозионную активность грунтов по отношению к алюминиевой и свинцовой оболочке.

Агрессивность грунтов ниже или выше уровня грунтовых вод по отношению к разным маркам бетона оценивают в соответствии со СП 28.13330.2012 [25] (по таблицам 5,6,7,8). Для определения коррозионной активности грунтов к бетону, свинцу и алюминию предусматривается определение химического состава водной вытяжки из грунтов, согласно ГОСТ 26423-85 [26].

При выполнении лабораторных работ ведутся журналы согласно ГОСТ 5180-2015 [11], ГОСТ 12248-2010 [13], СП 28.13330.2012 [25].

Проведение химического анализа водной вытяжки. Для проведения анализа готовятся вытяжки из почвы в соответствии с ГОСТ 26424-85 [27]. Для анализа используют фильтраты вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-85 [26]. Для определения ионов карбоната и бикарбоната отбирают дозатором или пипеткой 20 см^3 водной вытяжки в химический стакан и помещают стакан на магнитную мешалку. Заполняют бюретку раствором серной кислоты концентрации $0,02 \text{ моль/дм}^3$. В пробу вытяжки погружают электродную пару и кончик дозирующей трубки бюретки. На блоке

автоматического титрования задают значение рН конечной точки титрования, равное 8,3. Включают магнитную мешалку, рН-метр и блок автоматического титрования. Когда показания рН-метра установятся, открывают кран бюретки, титруют пробу до рН 8,3 и регистрируют расход кислоты. Затем задают на блоке автоматического титрования значение рН конечной точки титрования, равное 4,4, и продолжают титрование. По окончании титрования регистрируют расход кислоты по бюретке.

При отсутствии блока автоматического титрования пробы титруют вручную. Значение рН контролируют с помощью рН-метра или по индикаторам. При использовании индикаторов сначала к пробе прибавляют 1 каплю раствора фенолфталеина и, если раствор приобретает малиновую окраску, титруют до ее исчезновения (рН 8,3). Затем прибавляют 1 каплю раствора метилового оранжевого и титруют раствор до перехода окраски от желтой к оранжевой (рН 4,4) [27].

Методики лабораторных исследований ледяных грунтов. Метод одноплоскостного среза по поверхности смерзания. В проекте запланировано испытание ледяных грунтов методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания. Согласно ГОСТ 12248-2010 [13] испытание ледяных грунтов проводят для определения сопротивления срезу льда по поверхности смерзания с грунтом $R_{sh,i}$. Эта характеристика определяется по результатам испытаний образцов льда в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем приложения к образцу льда, смороженного с образцом материала фундамента, срезающей нагрузки при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

При проведении испытания к образцу плавно, исключая удары, необходимо приложить нормальную нагрузку и затем - первую ступень срезающей нагрузки. Далее увеличить срезающую нагрузку ступенями нагружения ΔQ .

На каждой ступени нагружения нужно записывать показания устройств для измерения деформации среза образца через определенные интервалы времени до достижения условной стабилизации деформации.

Если на очередной ступени нагружения стабилизации деформации не наблюдается, то необходимо выдержать нагрузку до возникновения деформации с постоянной скоростью, которая считается достигнутой, только если скорость в течение двух следующих друг за другом 12-часовых интервалов не меняется.

Испытание прекращается, если деформация с постоянной скоростью установлена не менее чем для двух ступеней срезающей нагрузки.

После окончания испытания из зоны среза отбираются пробы для определения влажности.

При проведении испытания при непрерывном быстром возрастании нагрузки к образцу плавно, исключив удары, прикладывается срезающая нагрузка, увеличивая ее непрерывно и обеспечивая такую постоянную скорость деформирования образца, чтобы время от начала испытания до момента разрушения образца составляло 20-40 с.

Предельно длительное значение сопротивления срезу $R_{sh,i}$ определяется как наибольшее касательное напряжение, при котором произошла стабилизация деформации образца при заданном нормальном напряжении, по кривой "деформация-нагрузка" и по графику $\ln l - \ln \tau$.

Испытания ледяных грунтов методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания проводят с помощью установки автоматического нагружения (АКЛ-2) (лист 5).

Помимо запроектированных методик исследования ледяных грунтов в процессе проектирования в соответствии с СП 25.13330.2012 [21] приложение И также рекомендуется определять характеристики для расчета осадки основания ледяных грунтов: коэффициент вязкости ледяного грунта η ; предел текучести ледяного грунта σ_L , наибольшее значение напряжения σ_u (табл. 14),

которые определяются при испытаниях образцов ледяного грунта на одноосное сжатие в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [13]. Также рекомендуется определение модуля деформации E и упругости E_y и эквивалентного сцепления мерзлого грунта c_{eq} .

Таблица 14 – Показатели механических свойств ледяных грунтов и методы их определения

№	Показатели механических свойств	Метод определения	Нормативный документ
1	Сопротивление срезу льда по поверхности смерзания с грунтом $R_{sh,i}$	Метод одноплоскостного среза по поверхности смерзания	ГОСТ 12248-2010
2	Коэффициент вязкости ледяного грунта η	Метод одноосного сжатия	ГОСТ 12248-2010
3	Предел текучести ледяного грунта σ_L	Метод одноосного сжатия	ГОСТ 12248-2010
4	Наибольшее значение напряжения σ_u	Метод одноосного сжатия	ГОСТ 12248-2010
5	Модуль деформации E	Метод одноосного сжатия	ГОСТ 12248-2010
6	Модуль упругости E_y	Метод одноосного сжатия	ГОСТ 12248-2010
7	Предельно длительное значение эквивалентного сцепления мерзлого грунта c_{eq}	Метод испытания шариковым штампом	ГОСТ 12248-2010

Метод одноосного сжатия. Согласно ГОСТ 12248-2010 [13] нагружение образца ледяного грунта проводят равномерно, без ударов, увеличивая нагрузку непрерывно с заданной скоростью нагружения или ступенями. Необходимая скорость непрерывного нагружения образца ледяного грунта R_c 0,1-0,5 МПа/с, а при ступенчатом нагружении –10% значения R_c .

Вертикальные деформации образца измеряются с погрешностью 0,01-0,001 мм и регистрируются их в процессе нагружения не менее чем при 10 значениях напряжения до разрушения.

Испытание проводится до разрушения образца, т.е. до достижения максимальной вертикальной нагрузки.

Для определения модуля деформации и модуля упругости испытание не доводят до разрушения образца, а останавливают его при напряжении 50% - 60% значения R_c . При необходимости проводят разгрузку образца в той же последовательности, что и нагрузку.

Испытания ледяных грунтов методом одноосного сжатия проводят с помощью прибора одноплоскостного среза (ПОС-1) (лист 5).

Метод испытания шариковым штампом. Согласно ГОСТ 12248-2010 [13] испытание ледяного грунта шариковым штампом проводят для определения предельно длительного значения эквивалентного сцепления c_{eq} .

К образцу грунта плавно, без ударов, прикладывается постоянная нагрузка. Ориентировочная нагрузка принимается в зависимости от состояния грунта.

Испытание проводится в ускоренном и длительном режиме. Испытание заканчивается через 8 ч после начала опыта (при ускоренных испытаниях) или после достижения условной стабилизации глубины погружения шарикового штампа при длительных испытаниях. За критерий условной стабилизации деформации принимается приращение вертикальной деформации, не превышающее 0,01 мм за 12 ч.

В процессе испытания фиксируется глубина погружения в грунт шарикового штампа при заданной нагрузке во времени, а также температура испытаний.

Испытания грунтов методом шарикового штампа проводят с помощью установки ПШ-1 (лист 5).

Особенностью проведения испытаний ледяных грунтов является необходимость проводить их в климатической камере.

3.3.8 Камеральные работы

Составление технического отчёта по итогам полевых и лабораторных изучений грунтов является целью камеральных работ. Камеральная обработка

материалов должна быть выполнена в соответствии с нормативными документами ГОСТ 20522-2012 [12], 47.13330.2016 [23].

В соответствии с СП 11-105-97 часть 4 [20] при окончательной камеральной обработке производится уточнение и доработка представленных предварительных материалов (в основном по результатам лабораторных исследований грунтов), оформление текстовых и графических приложений и составление текста технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 [22] предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

Согласно ГОСТ 21.301-2014 [17] результатом обработки данных полевых и лабораторных работ являются текстовые и графические материалы, включаемые в том технического отчета, в общем случае, комплектуют в следующем порядке:

- обложка;
- титульный лист;
- список исполнителей;
- содержание;
- состав отчетной технической документации (при необходимости);
- текстовая часть, включая текстовые приложения;
- графическая часть.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ

Для того чтобы рассчитать смету на инженерно-геологические изыскания прежде нужно рассмотреть техническое задание, представленное в таблице 15.

Таблица 15 – Техническое задание

1. Полное наименование объекта	Проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов обогатительной фабрики на золото-сурьмяном месторождении «Сентачан»
2. Район, пункт, площадка строительства	Верхоянский район, Республика Саха (Якутия)
3. Вид строительства	Новое строительство
4. Основание на производство инженерных изысканий	Задание на проектирование
5. Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства	Стадия рабочая документация. Сроки выполнения работ – в соответствии с календарным планом
6. Цели и виды инженерных изысканий	Изучение инженерно-геологических условий участка изысканий на стадии РД. Инженерные изыскания: геодезические, геологические, опытные работы проводятся с целью принятия конструктивных и обоснованных строительных проектных решений, обусловленных природными факторами, влияющими на условия производства работ и дальнейшую эксплуатацию объекта на выбранном участке
7. Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях	Материалы инженерно-геологических, инженерно-геодезических изысканий, которые выполнены ООО «Нерюнгростройизыскания»
8. Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности (по ГОСТ Р 54257-2010)	Склад ГСМ, 18,6х26,0х6,0 м, уровень ответственности – II (нормальный); гараж, 25,0х30,0х6,0 м, уровень ответственности – II (нормальный)
9. Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания	СП 11-105-97; СП 47.13330.2012; СП 25.13330.2012; СП 22.13330.2011 и др. нормативные документы
10. Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимых данных и характеристик при инженерных изысканиях для строительства	Доверительная вероятность расчетных значений характеристик грунтов устанавливается согласно СП 22.13330.2011 (при расчетах по деформациям – 0.85 и по несущей способности – 0.95)
11. Требования к отчетной документации	Состав, содержание и оформление технического отчета проводятся в соответствии с СП 47.13330.2012

Продолжительность проектируемых работ зависит от времени выполнения отдельных видов работ, поэтому необходимо спланировать

выполнение работ. В качестве основы для расчетов применяется таблица видов и объемов работ (табл. 11).

4.2 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания

Для изыскательских работ расчет затрат времени на выполнение определенного объема работ, а также размеры оплаты за единицу работ произведен в соответствии с ЕНВиР-И-83 часть 2 [28] и ССН-93 [29]. Нормы на геологические работы определяются категорией трудности участка работ и проходимости местности.

Подготовительные работы

На данном этапе работ выполняется сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет, также подбираются члены отряда. Продолжительность данного периода составляет 0,3 месяца.

Начальник партии – 1 человек на 0,3 месяца

Техник-геолог – 1 человек на 0,3 месяца

Сметная стоимость не выше 5% от стоимости полевых работ.

Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы запроектированы с целью обеспечения плано-высотного положения устьев 6 скважин. Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений в масштабе 1:1000.

Таблица 16 – Затраты времени на топогеодезические работы

№п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём(бр.-дн.)
1	Плано-высотная привязка	точка	6	0,03	ССН-93 вып.9, табл. 52	0,18
Итого:						0,18

Таблица 17 – Затраты труда на топографические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 53	0,03	0,005
Техник геодезист I категории		0,11	0,02
Замерщик 2 разряда		0,11	0,02
Итого:			0,045

Буровые работы

Буровые скважины при изысканиях проходятся для изучения геологического разреза, отбора образцов грунта для дальнейших лабораторных испытаний и для постановки различного рода опытных работ.

Проектом предусматривается бурение 2-х скважин глубиной 10 м, 3-х скважин по 8м и 1-ой скважины глубиной 9 м с отбором образцов ненарушенного сложения. Общий метраж бурения составляет 53 п.м.

Таблица 18 – Затраты времени на буровые работы

№п.п	Виды работ	Категория пород	Объём работ	Нормы времени (станко-смена/м)	Источник нормы	Затраты времени на объём (ст.-см.)
1	Колонковое бурение скважин	III	3,3	0,06	ССН-93 вып.5, табл. 5	0,2
2	Колонковое бурение скважин	IV	8,1	0,07	ССН-93 вып.5, табл. 5	0,57
3	Колонковое бурение скважин	VI	18,9	0,12	ССН-93 вып.5, табл. 5	2,27
4	Колонковое бурение скважин	VII	22,7	0,15	ССН-93 вып.5, табл. 5	3,4
5	Крепление скважин обсадными трубами	VI	10	0,03	ССН-93 Вып.5, табл.180	0,3
6	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		6 скв.	0,65	ССН-93 вып.5, табл. 104	3,9
Итого:				1,08		10,64

Таблица 19 – Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер по буровым работам	ССН-93 вып.5, табл. 14	0,05	0,34
Инженер-механик		0,10	0,67
Итого:			1,01

Таблица 20 – Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93.вып.5, табл. 103	0,36	1,4
Рабочие		2,10	8,2
Итого:			9,6

Опробование грунтов

Опробование проводится для выявления состава, состояния и свойств грунта. В процессе работы планируется отобрать 90 образцов ненарушенного сложения.

Таблица 21 – Затраты времени на опробование грунтов

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объем
Отбор проб ненарушенного сложения (монолиты)	90	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 367	0,528	47,52
Итого:				47,52

Таблица 22 – Затраты труда на опробование грунтов

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Бурильщик 3 разряда	ССН-93, вып. 1, часть 5, табл. 474	1	47,52
Помощник бурильщика 2 разряда		1	47,52
Геолог II категории		0,05	2,38
Итого:			97,42

Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов в соответствии с СП 11-105-97 [20] следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, прочностных, химических свойств.

Таблица 23 – Затраты времени на лабораторные работы

№ п.п	Виды работ	Объём работ	Нормы времени	Сборник сметных норм, выпуск, таблица	Затраты времени на объём, ч
1	Определение гранулометрического состава	60	1,54	ССН-93 вып. 7, табл.7.1, № нормы 1030	92,4
2	Определение влажности на границе текучести	60	0,954	ЕНВиР н.1631	57,24
3	Определение влажности на границе раскатывания	60	0,954	ЕНВиР н.1631	57,24
4	Определение суммарной влажности	90	0,126	ЕНВиР н.1622	11,34
5	Определение плотности грунта	90	0,296	ЕНВиР н.1626	26,64
6	Определение плотности частиц грунта	90	0,339	ЕНВиР н.1630	30,51
7	Определение удельной касательной силы пучения	24	1,3	ЕНВиР н.1639	31,2
8	Определение относительной деформации пучения	6	0,412	ЕНВиР н.1634	2,47
9	Метод одноплоскостного среза по поверхности смерзания	30	2	ЕНВиР н.1637	60
10	Метод одноосного сжатия	18	0,25	ЕНВиР н.1703	4,5
11	Определение истираемости в полочном барабане	4	1,2	ЕНВиР н.1705	4,8
12	Определение коррозионной активности грунтов по отношению к бетону и железу	3	4,58	ЕНВиР н. 1807	13,74
13	Химический анализ водной вытяжки	3	4,58	ЕНВиР н. 1807	13,74
14	Химический анализ воды	1	4,58	ЕНВиР н. 1807	4,58
Итого:		566	23,11		410,4

Таблица 24 – Затраты труда на лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер-лаборант I категории	ССН-93, вып. 7, таблица 7.2	0,08	32,83
Инженер-лаборант II категории		0,08	32,83
Начальник лаборатории		0,08	32,83
Итого:			98,49

Камеральные работы

На стадии камеральной работы обрабатываются все данные собранной информации со всех предыдущих стадий об инженерно-геологических условиях участка работ, и составляется технический отчет.

Таблица 25 – Затраты труда на камеральные работы

№п/п	Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на объем, ч.
1	Нанесение на готовый топографический план выработок	1	0,258	н. 1843	0,258
2	Составление каталога выработок	1	0,348	н. 1832	0,348
3	Нанесение линий геологических разрезов на план	1	0,072	н. 1848	0,072
4	Составление геологического разреза при вертикальном масштабе 1:100	1	0,264	н. 1857	0,264
5	Нанесение на разрез цифровых значений свойств грунтов	1	0,068	н. 1873	0,068
6	Нанесение условных обозначений и прочих данных	30	0,045	н. 1874	1,35
7	Вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	492	0,012	н.1910	5,9
Итого:		527	1,067		8,26 ч.

4.3 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ

Для расчета производительности труда будут использованы следующие формулы:

$$P_{\text{см}} = \frac{Q}{N_{\text{ср}}},$$

где $P_{\text{см}}$ – производительность труда в смену;

Q - объем работы;

$N_{\text{ср}}$ – затраты времени на один опыт одного вида работы.

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \cdot 25,4,$$

где $P_{\text{мес}}$ – производительность труда в месяц;

25,4 – количество смен в месяц при работе бригады в 1 смену.

Для расчета продолжительности работ используем формулу:

$$T_{\text{пл}} = \frac{N_{\text{общ}}}{8},$$

где $T_{\text{пл}}$ - плановое время на этот вид работ при их выполнении одной бригадой;

$N_{\text{общ}}$ - затраты времени на вид работ;

8 - количество часов в смене.

Топогеодезические работы

$$P_{\text{см}} = \frac{6}{0,03} = 200 \frac{\text{т}}{\text{см}}$$

$$P_{\text{мес}} = 200 \cdot 25,4 = 5080 \frac{\text{т}}{\text{мес}}$$

$$T_{\text{пл}} = 0,18/8 = 0,02 \text{ смен.}$$

То есть одна бригада потратит 0,02 смены на топогеодезические работы.

Буровые работы

$$P_{\text{см}} = \frac{53}{1,08} = 49 \frac{\text{м}}{\text{см}}$$

$$P_{\text{мес}} = 49 \cdot 25,4 = 1244,6 \frac{\text{м}}{\text{мес}}$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{10,64}{8} = 1,33 \text{ смен.}$$

То есть одна бригада потратит 1,33 смены на буровые работы.

Опробование

$$P_{\text{см}} = \frac{90}{0,528} = 170,45 \frac{\text{обр}}{\text{см}}$$

$$P_{\text{мес}} = 170,45 \cdot 25,4 = 4329,43 \frac{\text{обр}}{\text{мес}}$$

$$T_{\text{пл}} = 47,52/8 = 5,94 \text{ смен.}$$

Таким образом одна бригада опробует объем в 90 монолитов за 5,94 смен.

Лабораторные работы

$$P_{\text{см}} = \frac{566}{23,11} = 24,49 \frac{\text{оп}}{\text{см}}$$

$$P_{\text{мес}} = 24,49 \cdot 25,4 = 622,05 \frac{\text{оп}}{\text{мес}}$$

$$T_{\text{пл}} = 410,4/8 = 51,3 \text{ смен.}$$

Следовательно лабораторные работы будут выполнены одним лаборантом за 51,3 смен. Но так как лабораторные работы будут выполняться двумя бригадами, следовательно, каждой бригаде понадобится 25,65 смен.

Камеральные работы

$$P_{\text{см}} = \frac{527}{1,067} = 493,91 \frac{\text{отч}}{\text{см}}$$

$$P_{\text{мес}} = 493,91 \cdot 25,4 = 12545,31 \frac{\text{отч}}{\text{мес}}$$

$$T_{\text{пл}} = 8,26/8 = 1,03 \text{ смен.}$$

Камеральные работы одним инженером будут выполняться 1,03 смен.

Таким образом, на проведение инженерно-геологических изысканий, включающих в себя полевые, лабораторные и камеральные работы, будет выполнено в течении 34 полной смены.

Также необходимо составить календарный план проектируемых работ (табл. 26).

Таблица 26 – Календарный план проектируемых работ

Виды работы	Дата
Проектно-сметный	с 20 марта 2018 г. по 30 марта 2018 г.
Подготовительный	с 1 апреля 2018 г. по 2 апреля 2018 г.
Организационный	с 3 апреля 2018 г. по 5 апреля 2018 г.
Полевые работы	с 6 апреля 2018 г. по 9 апреля 2018 г.
Лабораторные	с 8 апреля 2018 г. по 3 мая 2018 г.
Камеральные	с 3 мая 2018 г. по 5 мая 2018 г.

4.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Стоимость инженерно-геологических работ определена по «Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства» (1999г.) [30] (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991г.), при этом выделены следующие коэффициенты:

$K_1 = 1,6$ – районный коэффициент к заработной плате (п. 8д, табл.3);

$K_2 = 1,3$ – коэффициент к итогу сметной стоимости изысканий (п. 8д, табл.3);

$K_3 = 1,4$ – повышающий коэффициент при выполнении изысканий в условиях Крайнего Севера (п. 8г, табл. 2);

$K_4 = 1,7$ – районный коэффициент к итогу сметной стоимости, определяемый путем суммирования единицы с дробными частями коэффициентов K_2 и K_3 (п. 8в);

$K_5 = 44,21$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 04.04.2018 № 13606-ХМ/09.

Таблица 27 – Расчет сметной стоимости проектируемых работ

№ п/п	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. Изм.	Кол-во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7
1. Полевые работы						
1	Плановая и высотная привязка скважин и создание инженерно-топографического плана	точка	6	т.93.п.1	8,5х6	51
2	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м III кат. IV кат. VI кат. VII кат.	м	3,3 8,1 18,9 22,7	т.17.п.1	42,6х3,3 45,6х8,1 55,2х18,9 59,9х22,7	2913
3	Крепление скважин диаметром до 160 м	м	10	т.18. п.4	2,1х10	21
4	Отбор монолитов из скважин с глубины до 10 м	мон	40	т.57.п.1	22,9х40	916
5	Замер температуры в скважинах	скв	2	т.40.п.1	2х196	392
Итого 4293						
2. Лабораторные работы						
6	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм	опр	60	т.62, п.23	17,6 х60	1056
7	Определение суммарной влажности мерзлого грунта	опр	90	т.62, п.2	7,1 х90	639
8	Определение влажности на границе текучести и раскатывания	опр	120	т.63 п.4	20,2х120	2424
9	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	опр	90	т.62 п.5	7,2х90	648
10	Плотность мерзлого грунта	опр	90	т.62.п.3.	5,7х90	513
11	Определение удельной касательной силы пучения	опр	24	т.63 п.7	92,6х24	2222,4
12	Определение относительной деформации пучения	опр	6	т.63 п.32	186,4х6	1118,4

Продолжение таблицы 27

13	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта при консолидированном срезе по поверхности смерзания с нагрузкой до 0,6 Мпа	опр	30	т.63 п.31	263,6 x30	7908
14	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта с определением прочности и деформируемости длительным испытанием на одноосное сжатие с нагрузкой до 0,6 МПа	опр	18	т.63.п.34	544,8x18	9806,4
15	Истираемость щебня (гравия) в полочном барабане	опр	4	т.76 п.30	11,3x4	45,2
16	Коррозионная активность фунтов по отношению к стали	опр	3	т.75 п.4	18,2x3	54,6
17	Коррозионная активность фунтов и фунтовых вод по отношению к бетону	опр	3	т.75 п.5	25,4x3	76,2
18	Анализ водной вытяжки с определением по разности суммы натрия и калия	опр	3	т.71 п.1	48,8x3	146,4
Итого 26657,6						
3. Камеральные работы						
19	Составление программы работ	пр	1	т.81.п.2	500x1	500
20	Обработка материалов буровых работ II категории сложности, 53п.м.	п.м	53	т.82, п.1	8,2 x53	434,6
21	Обработка термометрических наблюдений грунта	зам	2	т.85, п.3	8 x2	16
22	Камеральная обработка лабораторных исследований			т.86.п.1	20% от 21759,8	5331,52
23	Составление камерального отчета	обр	1	т.87.п.1	21% от кам.раб.	1119,62
Итого 6451,14						
Всего по смете 37401,74						
24	ИТОГО с учетом районного и льготного коэффициента				1,7	63582,96
25	ИТОГО основные расходы с рыночным коэффициентом				44,21	2811002,66

Продолжение таблицы 27

	Накладные расходы	14%	393540,37
	Плановые накопления	8%	224880,21
	Резерв на непредвиденные расходы	3%	84330,08
	В целом по расчету		3513753,32
26	Учет НДС	18%	632475,60
	ИТОГО с учетом НДС		4146228,92

Все работы будут выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ данного проекта с учетом НДС составит 4146228,92 рублей.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

В административном отношении участок работ расположен на территории Верхоянского района Республики Саха (Якутия).

Участок расположен на пологом склоне юго-западной экспозиции с уклоном поверхности 2-3⁰. Микрорельеф мелкобугристый. Абсолютные отметки в пределах площадки изменяются от 543,62 до 554,93 м.

Высокоширотное положение месторождения определяет резко-континентальные особенности климата. Среднегодовое количество осадков – 206 мм, из них три четверти выпадает в виде дождя, что определяет незначительный снеговой покров. Последний устанавливается в сентябре и лежит до начала мая месяца.

Все намеченные полевые работы планируется проводить в неблагоприятный период – в апреле.

Целью является изучение инженерно-геологических условий золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» и составление проекта инженерно-геологических изысканий под строительство объектов обогатительной фабрики.

5.1 Производственная безопасность

При проведении полевых, лабораторных и камеральных работ в пределах участка изысканий могут возникнуть опасные и вредные факторы, их перечень приводится в таблице 28.

Проектом предусматривается проведение следующих видов работ:

- топографо-геодезические работы;
- буровые работы;
- опробование грунтов;
- полевые работы;
- лабораторные работы;
- камеральные работы.

Обработка материалов изысканий будет проводиться на компьютере в камеральных условиях. На основе запроектированных работ выявлены источники потенциальной опасности, распознавание которых проведено на основании ГОСТ 12.0.003-2015. Источники опасности разделены на виды опасных и вредных факторов, соответствующие каждому этапу изысканий (табл. 28).

Таблица 28 – Основные элементы производственного процесса

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой (на открытом воздухе)	1. Топографо-геодезические работы; 2. Буровые работы; 3. Полевые работы 4. Опробование грунтов.	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 2. Поражение электрическим током	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Превышение уровней шума 3. Превышение уровня вибрации 4. Тяжесть физического труда	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.1.003-2014
Камеральный и лабораторный (в закрытом помещении)	Лабораторные работы: • определение прямых и косвенных показателей свойств пород. Камеральные работы: • составление отчета	1. Поражение электрическим током, статическое электричество	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений. 4. Превышение уровней шума. 5. Монотонность труда и умственное перенапряжение.	ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.006-84 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ГОСТ 12.1.045-84 ГОСТ 12.1.038-82 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 СанПин 2.2.4.548-96 СНиП 2.04.05-91

5.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. Движущие части машин и механизмов могут привести к различным травмам и даже к летальным исходам. При монтажных и демонтажных буровых работах, а также в ходе отбора образцов грунта могут возникнуть механические травмы. В предоставленном случае источником опасности служит комплекс оснащения, основанный на базе буровой установки УРБ-2А-2.

Непосредственными факторами травм могут послужить вращающиеся части разнообразных агрегатов, таких как кронблок, где вследствие износа каната, возможно, его падение, неисправные тормозные колодки, неисправные устройства блокировки. Монтажные и демонтажные работы проводятся в соответствии со схемой и технологическими регламентами, утверждённым главным инженером. Буровая установка должна отвечать требованиям в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 [41]. Погрузочно-разгрузочные работы ведутся в соответствии ГОСТ 12.3.009-76 [42].

При работах на буровых установках запрещается:

- направлять буровой снаряд при спуске в скважину;
- удерживать его от раскачивания и оттаскивать его в сторону руками, для этого надлежит пользоваться особыми крюками или канатом;
- оставлять открытым устье скважины, когда не требуется по ситуациям работы;
- стоять в момент развинчивания и свинчивания обсадных труб и буровых снарядов в радиусе направления ключа и в направлении вытянутого каната.

В соответствии ГОСТ 12.2.062-81 [43] и ГОСТ 23407-78 [44] все опасные места оснащаются ограждениями. В соответствии с ГОСТ 12.4.026-2015 [45] вывешиваются инструкции и плакаты по технике безопасности

предупредительные знаки и надписи. Все вращающиеся части, и агрегаты оснащаются кожухами и ограждениями. Средство индивидуальной защиты при работе с геологическим оборудованием выдаётся каждому из членов бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89[46].

К средствам индивидуальной защиты при работе с геологическим оборудованием относятся: сапоги, щитки, ботфорты, наколенники, портянки; перчатки, рукавицы, полуперчатки; каски защитные, шлемы, подшлемники, шапки, косынки; накомарники; очки защитные; противошумные шлемы, противошумные наушники.

Поражение электрическим током. В полевых условиях, источником опасности для человека может послужить удары молнии при грозе, где сила тока молнии достигает несколько сотен тысяч ампер. Поэтому в целях предотвращения прямых попаданий молний используются молния отводы.

Особую опасность также может представлять и электрические установки, которые могут быть установлены на буровом агрегате. При выполнении геологоразведочных работ в большинстве случаев применяется электрическая сеть от 380 до 220 В. В соответствии с правилами безопасности при геологоразведочных работах, ПБ 08-37-93 [47], запрещается во время грозы производить работы на буровой вышке (самоходной буровой установке и др.), а также находиться на расстоянии ближе 8 м от заземляющих устройств молниезащиты. Работы с такими приборами как геофизическая аппаратура, генераторы, на открытом воздухе следует прекращать во время грозы, сильного дождя, пурги и т.д.

Аппаратуру, подключаемую к проводникам, располагаемым вне помещения и не имеющим устройств грозозащиты (антеннам, электроразведочным линиям, сейсмокосам, линиям связи и т.д.), во время грозы следует отключать, снижения антенн переключать на заземления, а концы незаземленных электрических линий должны быть удалены из помещений, где находятся люди [47].

В соответствии с ПУЭ [13], все оголённые части должны быть закрытыми изолирующими кожухами, все металлические части, которые могут быть под напряжением должны иметь заземление.

Металлические мачты буровых машин в целях грозозащиты в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 [48] должны иметь заземление не более чем в трёх точках от места работы.

Для предотвращения от поражения электрическим током, люди в полевых условиях, находящиеся возле оборудования, должно иметь в наличии изолирующие, защищающие и вспомогательные средства, такие как изолирующие штанги, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, переносные заземления, специальные рукавицы, противогазы, и другие средства.

Лабораторный и камеральный этапы

Поражение электрическим током. К факторам, определяющим действие тока на организм, имеют отношение к таким параметрам, как: сила тока, время воздействия, вид тока, частота переменного тока, место применения, состояние здоровья, возраст, влажность, количество кислорода в воздухе.

Источниками электрического тока в помещении могут выступать неисправность соединений проводов, электронагревательных приборов, вилок, розеток.

В соответствии с ПУЭ [13] все оголённые части проводов, и электрических устройств должны быть изолированы и закрыты защитными кожухами.

При гигиеническом нормировании по ГОСТу 12.1.038-82 [50] определяют предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, проходящие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановок бытового и хозяйственного назначения переменного и постоянного тока с частотой 50-400 Гц. Наиболее опасен ток частотой 50 Гц (в 4-5 раз опаснее постоянного).

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Типично эта величина зависит от скорости прохождения тока сквозь тело человека и измеряется при действии более десяти секунд – 2Ма, при десяти секунд и менее – 7мА.

Согласно с классификацией помещений по опасности поражения людей электрическим током, приведённой в ПУЭ [13], жилые, помещения, камеральные и лабораторные комнаты имеют отношение к помещениям без повышенной опасности, которые характеризуются наличием таких условий как: температурный режим не превышает 35 °С; отсутствие токопроводящей пыли; влажность не превышает 75%; отсутствие токопроводящих полов (резиновые ковры, возле электрических устройств в лаборатории); вероятность касания человека к существующим соединениям с землёй металлических конструкций зданий, с одной стороны, и к железным корпусам электрического оборудования с другой.

Нормативные документы, регулирующие организацию поверки изоляционных токопроводящих частей оборудования лаборатории и камеральных помещений, а также регулярные инструктажи по оказанию первой помощи при поражении электрическим током, регламентированы согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [51].

Статическое электричество. Статическое электричество - серьезный фактор, источником которого, является электростатическое поле (ЭСП), появляющиеся в результате излучения экраном компьютера потоком заряженных частиц.

Нормирование уровня напряженности ЭСП реализуется согласно ГОСТ 12.1.045-84 [52] в зависимости от времени нахождения персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения, при котором человек может находиться на рабочем месте это ЭСП Епред равное 60 кВ в течение одного часа.

Во избежание статического электричества, проводят ряд мероприятий, к которым относится: заземление оборудования, подбирают поверхности из однородных и антистатических материалов.

5.1.2 Анализ вредных производственных факторов и методы их устранения

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.

Микроклимат – это физические параметры воздуха, которые влияют на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, скорости движения воздуха, влажность, интенсивность теплового излучения ГОСТ 12.1.005-88 [56]. Наилучший микроклимат характеризуется синтезом таких параметров, которые обуславливают сохранение нормального функционального состояния человека.

Наиболее холодным месяцем в районе изысканий является январь, когда температура воздуха достигает порядка минус 50⁰С, максимальная температура достигает в июле и может достигать плюс 45⁰С [57], полевые работы проводятся в весеннее время.

Организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев, когда в рабочей зоне наблюдается повышенная температура воздуха. Перегревание (гипертермия) сопровождается увеличением температуры тела до плюс 38 °С.

В тяжелых случаях гипертермия проходит в форме теплового удара, где при этом температура тела увеличивается до плюс 40⁰С и потерпевший утрачивает сознание. Высокая температура воздуха усиливает потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса. Но так как температура воздуха на период изысканий не будет достаточно высокой, то риск возникновения гипотермии ничтожно мал.

Превышение уровней шума и вибрации. Шум может образовываться работающим оборудованием (буровые машины, агрегаты). В итоге изучения

определено, что шум ухудшает условия труда, проявляет вредоносное влияние на организм человека. Действие шума затрудняет отчетливость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [58] потенциальный уровень шума составляет 80дБ по шкале А. Предельно дозволённые значения, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-83 [59].

Вибрация начинается при спускоподъемных операциях (СПО) от функционирующих двигателей (лебедки, насосов, виброст). Под действием вибрации у человека формируется вибрационная болезнь. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц. Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация наиболее вредна, чем местная. В итоге развития вибрационной болезни расстраивается нервная регуляция, исчезает чувствительность пальцев, функциональность состояния внутренних органов ухудшается. К основным нормативным документам, регламентирующим вибрацию относится ГОСТ 12.1.012-2004 [60].

Для понижения шума и вибрации нужно вовремя проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, обширнее использовать принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку совершающие обороты узлов и агрегатов.

Существенным для снижения тяжелого влияния вибрации на организм человека является строгая организация режима труда и отдыха, 113 постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно- профилактические мероприятия, выдача индивидуальных и коллективных средств защиты, к которым относится: виброобувь и виброрукавицы, вкладыши и прокладки из упругодемпфирующих материалов; амортизационные подушки в соединениях блоков, оснований, эластичные прокладки. [46]

Тяжесть физического труда. Физический труд характеризуется большой нагрузкой на организм, требующей преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения, а также оказывает влияние на

функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.), стимулирует обменные процессы. Основным его показателем является тяжесть. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых, приведены в Р 2.2.2006-05 [61].

В данном проекте предусматривается бурение скважин глубиной до 10 м, в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [61] таблица 17, по всем показателям тяжести трудового процесса класс условий труда классифицируется как допустимый. По рабочей позе – класс вредный первой степени (нахождение в позе стоя до 80 % времени смены). По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течение рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени (до 20 кг и более 20 кг соответственно).

Для минимизации трудового процесса рекомендуются такие профилактические мероприятия, как: физкультурная минутка, регламентированные перерывы, санаторно-курортное лечение и т.п.

Лабораторный и камеральный этапы

Отклонение показателей микроклимата в помещении. Одним из нужных условий жизнедеятельности человека является предоставление нормальных метеорологических условий в помещениях, проявляющих важное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Густота теплового излучения работающего от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела человека и более.

Интенсивность теплового излучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, 115 инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела человека и более.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные (табл. 29) и допустимые (табл. 30) микроклиматические условия соответствующие СанПин 2.2.4.548-96 [62].

Таблица 29 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1

Таблица 30 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1

Наилучшие параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а дозволённые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

В камеральных комнатах нужно предусматривать систему отопления. Эти требования выполняются в соответствии со СНиП 2.04.05-91 [63]. В камеральном помещении нужно обеспечивать приток свежего воздуха, количество которого обуславливается технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции.

Недостаточная освещённость рабочей зоны. Свет проявляет важное воздействие на условия труда. При плохом освещении человек напрягает зрительный нерв, что приводит к усталости и утомлению организма.

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2016[64].

В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ, которые попарно объединяются в светильники. Допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой и средней точности общая освещенность должна составлять 300-500 лк, а комбинированная -750 лк.

Превышение уровней, электромагнитных и ионизирующих излучений. Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфранизкочастотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний. Они нормируются по СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 [66].

При работе с компьютером необходимо учитывать, что мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса монитора при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мк³в/ч (100 мкР/ч). Для мониторов, отвечающих требованиям ТСО-99, ТСО-2000, ТСО-03, эти нормативы выполняются.

Установлено, что наибольшая интенсивность электрической части электромагнитного поля достигается на коже дисплея. Чтобы снизить напряженность электрического поля нужно удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой тканью.

Превышение уровня шума на рабочем месте. На лабораторном этапе выполнения инженерно-геологических исследований, шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014.

На данном, лабораторном этапе эффективными мероприятиями по борьбе с вредным фактором являются:

1. правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе);
2. применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Монотонность труда и умственное перенапряжение. На данном этапе работы включают в себя все виды деятельности, требующие напряжения работы головного мозга, центральной нервной системы и зрительного напряжения.

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05[61].

Количественной оценкой умственного труда является степень нервно-эмоциональной напряженности.

Напряженность труда – характеризуется интеллектуальными нагрузками (содержание работы, степень сложности задания), сенсорными (длительность наблюдения и число одновременно наблюдаемых объектов: контрольно-измерительные приборы, продукт производства), эмоциональными (степень ответственности, риска для собственной жизни и безопасности других лиц), степенью монотонности нагрузок, режимом работы (продолжительность рабочего дня, сменность работы). В соответствии с Р 2.2.2006-05 [61], класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный.

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия:

- чередование периодов работы и отдыха;

- двукратный отпуск в течение одного года работы;
- целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд;

Элементами рационального режима труда и отдыха являются производственная гимнастика и комплекс мер по психофизиологической разгрузке, в том числе функциональная музыка.

5.2 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность - допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Геологическая среда - неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидросферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды (вместе с жидкими углеродами), природные газы и микроорганизмы, постоянно находящиеся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие [17].

Воздействие экологически вредное - воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное влияние на человека. [16]

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде.

Геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде. Экологическую безопасность регламентируют такие ГОСТы как, ГОСТ 17.2.1.04-77 [70], ГОСТ 17.1.3.06-82 [71], ГОСТ 17.4.3.04-85 [72].

При производстве буровых работ, загрязнение может приводить к снижению продуктивности почв и ухудшению качества подземных и поверхностных вод.

Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими:

- неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок;
- планировка буровых площадок;
- нерациональное использование земельных участков под буровые установки;
- несоблюдение правил и требований.

С целью уменьшения повреждений земельных угодий и снижение вредных воздействий, геологоразведочные организации должны ежегодно разрабатывать планы-графики перемещения буровых агрегатов с учетом времени посевов и уборки сельскохозяйственных культур.

Подъездные дороги и буровые площадки по возможности необходимо располагать на малопродуктивных землях, а размеры их должны быть минимальными.

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия:

- конструкции скважин должны обеспечивать изоляцию подземных вод от поверхностных и грунтовых;
- промывочные жидкости и химические реагенты, применяемые для промывки должны исключать загрязнение подземных вод;
- слив использованного промывочного раствора и химических реагентов в открытые водные бассейны и непосредственно на почву запрещается;
- все использованные жидкости и химические реагенты вывозятся в специальные места для захоронения.

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят,

нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Производят тампонирование скважины, остатками выбуренной породы. Ввиду непродолжительных полевых работ и незначительности выбросов, воздействие на окружающую среду при природоохранных мер оценивается как допустимое.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это ситуация на определенной территории, сформировавшаяся вследствие аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой жертвы, ущерб здоровью или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [15].

На площади проектируемых работ может возникнуть чрезвычайные ситуации техногенного (пожары) и природного характера (землетрясения).

К природным чрезвычайным ситуациям относятся:

- геофизические опасные явления - землетрясения, извержения вулканов и т. д.;
- геологические опасные явления - оползни, сели, обвалы, лавины, пыльные бури и т. д.;
- метеорологические опасные явления - бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки, суховей, засуха и т. д.;
- гидрологические опасные явления - наводнения, паводки, половодья, подтопление и т. д.;
- гидрогеологические опасные явления - опасно высокие уровни грунтовых вод и т. д.

Техногенные ЧС связаны с производственной деятельностью человека и классифицируются по типам аварий, которые являются источниками основных видов чрезвычайных ситуаций техногенного характера, и частично

характеризуют также сферу и особенности проявления этих опасных событий ГОСТ Р 22.0.07-95 [73].

К техногенным чрезвычайным ситуациям относятся:

- транспортные аварии - аварии на автомобильном, железнодорожном, авиационном, морском, и других видах транспорта;
- пожары и взрывы - в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов, в зданиях, сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения;
- аварии с выбросом химически опасных веществ при их производстве, переработке, транспортировке;
- внезапное обрушение зданий - обрушение производственных и жилых зданий и сооружений, транспортных коммуникаций;
- аварии на электроэнергетических системах.

Необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения о возникновении ЧС.

Согласно СП 115.13330.2012 [18], категория опасности процесса землетрясения на территории изысканий определяется, как «опасная».

Землетрясение – это колебания земной поверхности вследствие возникновения тектонических разрывов и смещений в земной коре. Также существует опасность техногенных землетрясений с относительно небольшими значениями магнитуды, спровоцированных обрушением кровли крупных горных выработок угледобывающих предприятий.

К защитным мероприятиям при землетрясении относятся постоянно проводимые мероприятия, основанные на сейсмическом районировании:

- ограничение землепользования (особенно при размещении новостроек);

- укрепление сооружений и сейсмостойкое строительство, демонтаж недостаточно сейсмостойких сооружений, укрепление которых экономически нецелесообразно;

- ограничения в размещении внутри зданий опасных или легкоповреждаемых объектов, а также подготовка мероприятий, основанных на прогнозе момента землетрясения;

- определение возможного ущерба для конкретных объектов, разработка сценариев необходимых действий, подготовка их финансирования, создание материальных резервов, тренировка населения и персонала спасательных служб, проведение учебных тренировок и т. д.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) в здании:

- разработка, внедрение и контроль за соблюдением пожарных норм и правил;
- ведение конструирования и планирования с учетом пожарной безопасности создаваемых объектов;
- совершенствованием и содержанием в готовности противопожарных средств;
- регулярным проведением пожарно-технических обследований зданий.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) на транспорте:

- систематически обслуживать машину; следить за ее техническим состоянием и своевременно проходить технический осмотр;
- иметь в автомобиле исправный огнетушитель и уметь его использовать.

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» ГОСТ 12.1.004-91 [49].

Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности. Обучать персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае загорания или пожара, контролировать соблюдение рабочими противопожарного режима, обеспечивать исправное содержание и постоянную готовность к действию средств огнетушения, применять меры по ликвидации возникающих пожаров.

Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснить порядок действий в случае загорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

В качестве огнегасительных веществ для тушения пожаров применяются:

- вода в виде компактных струй – для тушения твердых веществ, нефти и ее продуктов;
- пены химические – для тушения нефти и ее продуктов, горючих газов; - порошковые составы (флюсы), песок для тушения нефти, металлов и их сплавов;
- углекислота твердая (в виде снега) – для тушения электрооборудования и других объектов под напряжением.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя)

правовые нормы трудового законодательства

В полевом подразделении приказом руководителя подразделения назначается лицо, ответственное за соблюдение правил технической эксплуатации механизмов и требований безопасности при производстве работ.

До начала работ начальник отряда (ответственный исполнитель) обязан:

- оформить в администрации предприятия наряд-допуск на производство работ (инженерно-геодезических, буровых и горнопроходческих, геофизических);

- провести на месте целевой инструктаж работников, зафиксировать его в пункте наряда-допуска и проводить его ежедневно;

- издать приказ о распорядке рабочего дня, месте стоянки автотранспорта, о маршруте безопасного следования к месту работы и обратно;

- установить наличие на объекте изысканий кабелей связи и электропередачи, воздушных линий связи и электропередачи, сетей водопровода, канализации, газопровода и т. п.

Места заложения скважин, шурфов, места закладки геодезических знаков (репера, марки) должны быть согласованы с соответствующими организациями, владельцами указанных сетей и коммуникаций.

В процессе производства работ должен осуществляться трехступенчатый контроль за состоянием охраны труда:

I степень – ежедневно в начале смены машинисты буровой установки (передающий и принимающий смену) совместно осматривают и проверяют состояние бурового агрегата и оборудования, находящегося в работе;

II степень – еженедельно начальник отряда совместно с профгруппоргом осматривают все участки производства работ и принимают необходимые меры по устранению выявленных нарушений;

III ступень – при проверке работ отряда, но не реже одного раза в три месяца, главный инженер филиала, главный специалист по охране труда, начальник отдела или главный специалист (геолог) проверяют состояние охраны труда в полевом отряде, а также проверяют исполнение мероприятий по ликвидации замечаний, замеченных при первой и второй ступеням контроля [47].

Согласно статьи 221 Трудового Кодекса РФ и статьи 37 Конституции Российской Федерации работникам выдаются бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (средства защиты рук, средства защиты ног, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты органов дыхания [64]).

Согласно статье 27 Федерального закона №173-ФЗ от 17.12.2001 г (ред. От 04.06.2014, с изм. от 19.11.2015) «О трудовых пенсиях в Российской Федерации», сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии имеют следующие лица: мужчины по достижении возраста 55 лет, женщины по достижении возраста 50 лет, если они проработали соответственно не менее 12 лет 6 месяцев и 10 лет в экспедициях, партиях, отрядах, на участках и в бригадах непосредственно на полевых геологоразведочных, поисковых, топографо-геодезических, геофизических, гидрографических, гидрологических, лесоустроительных и изыскательских работах и имеют страховой стаж соответственно не менее 25 и 20 лет.

За выполнение тяжелых работ, работ с вредными или опасными условиями труда предусмотрены такие компенсационные доплаты и надбавки, как:

- до 12% тарифной ставки (оклада) за нахождение на рабочем месте с вредными условиями труда не менее 50% рабочего времени (лаборант химического анализа);

- за каждый час ночной работы - 40% часовой тарифной ставки (оклада);

- за работу в выходной и нерабочий праздничный день оплата производится в двойном размере.

Проектируемые работы будут проводиться на территории Верхоянского района, где в соответствии со справочником базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства [78] данный район приурочен к районам Крайнего Севера, где к заработной плате работников применяется коэффициент 1,6.

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [76] при организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ;
- статические нагрузки рабочей позы;
- время пребывания.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуется при физической работе средней тяжести и тяжелой. Если технологический процесс не требует постоянного перемещения работающего и физическая тяжесть работ позволяет

выполнять их в положении сидя, в конструкцию рабочего места следует включать кресло и подставку для ног.

Помещение должно быть просторным, хорошо проветриваемым и в меру светлым.

Яркий солнечный свет порождает блики на мониторе, поэтому лучше предусмотреть жалюзи. Вообще по всем гигиеническим нормам помещение в целом и рабочее место должны быть освещены достаточно и равномерно.

Пыль и жара — враг не только здоровья, но и техники, поэтому лучше установить кондиционер.

Синтетические ткани при соприкосновении с натуральными и с телом накапливают статическое электричество, которое вредно для техники и вызывает неприятные ощущения при прикосновении к заземленным деталям, в этих целях стелют палас из натуральной шерсти.

Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости.

Конструкция и обустройство рабочего места должны обеспечивать оптимальную рабочую позу работника, учитывающую и не препятствующую естественным физиологическим процессам организма работника и обеспечивающую оптимальную возможность выполнения работы, для которой предназначено рабочее место.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места должны учитывать индивидуальные особенности работника.

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

Конструкция и расположение средств отображения информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать

безошибочное, достоверное и быстрое восприятие информации. Акустические средства отображения информации следует использовать, когда зрительный канал перегружен информацией, в условиях ограниченной видимости, монотонной деятельности [76].

Заключение

В дипломном проекте был рассмотрен участок под строительство склада ГСМ и гаража. Описаны географические, климатические и геологические условия района работ, изучены инженерно-геологические условия участка, выявлены опасные геологические процессы, такие как морозное пучение и сейсмичность.

Участок рассмотрен с точки зрения проектируемых работ, определены виды и объемы работ, а также методики проведения инженерно-геологических исследований для стадии рабочей документации. На данном участке по фондовым материалам выделены 6 инженерно-геологических элементов, построены графики изменчивости свойств грунтов по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации и представлены нормативные и расчетные характеристики физико-механических свойств для каждого инженерно-геологического элемента. Составлена карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемого строительства. Определены границы условных фундаментов, составлены расчетные схемы.

Строительство склада ГСМ и гаража проектируется по принципу I СП 25.13330.2011 для чего должен быть организован мониторинг мерзлотно-грунтовых условий на участке. В качестве основания для фундаментов рекомендуется использовать многолетнемерзлые грунты – алевролиты средней прочности ИГЭ-4м, а также рассмотреть возможность использования в качестве основания грунтов ИГЭ-3. Ледяные грунты требуют дальнейшего исследования.

На участке планируется провести топографо-геодезические, буровые работы, инженерно-геологическое опробование, полевые опытные, лабораторные и камеральные работы. Исследования будут проводиться по методикам нормативно-технических документов.

Список литературы

Опубликованная

1. Башлык С.М., Загибайло Г.Т. Бурение скважин. – М. Недра 1990 г. – 300 с.
2. Ребрик Б. М. Бурение инженерно-геологических скважин. – М. Недра 1990 г. – 336 с.
3. Емельянова Т.Я., Крамаренко В.В. Практикум по мерзлотоведению: учебное пособие /Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 120 с.
4. Литвинов И.М. Исследование грунтов в полевых условиях. – М.: Углетехиздат. 1954 г. – 220 с.
5. Стрелецкая И.Д., Каневский М.З., Васильев А.А. Криосфера Земли: научная статья «Пластовые льды в дислоцированных четвертичных отложениях Западного Ямала» 2.2006 – 76 с.
6. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра. 1986. – 333 с.
7. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями. – Москва: Изд-во Стройиздат. 1989. — 25 с.

Нормативная

8. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
9. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
10. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
11. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик.
12. ГОСТ 20522-2012. Методы статистической обработки результатов испытаний.

13. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
14. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
15. ГОСТ Р 56726-2015 Грунты. Метод лабораторного определения удельной касательной силы морозного пучения.
16. ГОСТ 25358-2012. Грунты. Метод полевого определения температуры.
17. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
18. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
19. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов.
20. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.
21. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с Изменением N 1).
22. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
23. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
24. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
25. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2).

26. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
27. ГОСТ 26424-85 Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке.
28. ЕНВиР-И-83. Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы часть II.
29. ССН-93. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы.
30. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства. 1999г.
31. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
32. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
33. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
34. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
35. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
36. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
37. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
38. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
39. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
40. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
41. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

42. ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
43. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
44. ГОСТ 23407-78. Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия.
45. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправкой).
46. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
47. ПБ 08-37-93 Изменения и дополнения к Правилам безопасности при геологоразведочных работах.
48. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. Новосибирск, 2006 г.
49. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
50. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
51. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
52. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
53. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки – М.: Минздрав России, 1996.
54. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999.

55. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

56. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Физические факторы окружающей среды.

57. ГОСТ 17.2.1.04-77 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения (с Изменением N 1).

58. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

59. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

60. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

61. СП 115.13330.2012. Геофизика опасных природных воздействий.

62. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

Фондовая

63. Отчет «О результатах геологоразведочных работ на Сентачанском золото-сурьмяном месторождении за 1969-77гг.». Том I.

64. Отчет об инженерных изысканиях по объекту: “Вскрытие и обработка верхних горизонтов рудника «Сентачан» прииска «Адычанский»”, 1991г.

65. Отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Горно-обогатительный комбинат на золото-сурьмяном месторождении «Сентачан», 2015г.

Интернет ресурсы

66. <http://npp-geotek.ru> (дата обращения 24.05.17г.)

67. <http://kriolab.ru> (дата обращения 29.05.17г.)