

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 месторождения золота «Гросс» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса сооружений вахтового поселка (Республика Саха (Якутия))	
УДК 624.131.3:553.411(571.56)	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Бекирова Камила		30.05.18

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

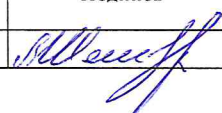
По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

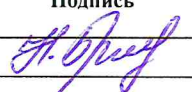
По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А. Н.	К. Х. Н.		30.05.18

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.		02.06.18

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 и непрерывному 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 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
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 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
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 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

P11	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.	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
P12	Демонстрировать компетенции, связанные с особенностью проблем, объектов и видов комплексной инженерной деятельности, не менее чем по одной из специализаций: • Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, • Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания, • Геология нефти и газа	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 требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»

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

А.В.Рыж 04.06.18 *Трапезникова Н.Н.*
(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	Бекировой Камиле

Тема работы:

Инженерно-геологические условия месторождения золота «Гросс» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса сооружений вахтового поселка (Республика Саха (Якутия))

Утверждена приказом директора (дата, номер)

28.04.2018, № 3054 / С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

15.05.18

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

В общей части привести общую характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических условий месторождения «Гросс» (Республика Саха (Якутия)). В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ.

области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	В проектной части разработать проект изысканий для строительства комплекса сооружений вахтового поселка. Определить основные виды и объемы работ. В качестве специального вопроса рассмотреть методики определения морозоопасных характеристик грунтов.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Геологическая карта участка работ. 2. Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий. Инженерно-геологический разрез по линии VI-VI. 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 определения морозоопасных свойств грунтов и оборудование.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О. В.
Социальная ответственность	Вторушина А. Н.
Бурение	Шестеров В. П.

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

--

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2018
---	------------

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	Бекирова Камила		10.12.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Бекировой Камиле

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 месторождения золота «Гросс» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса сооружений вахтового поселка (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	Бекирова Камила		15.01.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«Социальная ответственность»**

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Бекировой Камиле

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	Участок работ находится на территории месторождения золота «Гросс» (Республика Саха (Якутия)). Микрорельеф участка работ мелкобугристый. При проектировании объектов могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. Возможно негативное воздействие на природу. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	Вредные факторы проектируемой производственной среды: – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – превышение уровней шума; – превышение уровня вибрации; – отклонение показателей микроклимата в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны. – превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; – повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; – превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений – монотонность труда и умственное перенапряжение Опасные факторы проектируемой производственной среды: 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. 2. Поражение электрическим током. 3. Статическое электричество.
2. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия объекта на атмосферу (источник загрязнения: дизельные электростанции, автотракторная техника). Анализ воздействия объекта на гидросферу

	(источник загрязнения: сброс технического мусора, остатков ГСМ). Анализ воздействия объекта на литосферу (источник загрязнения: отработанные масла, ветошь обтирочная, металлолом). Разработка решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, в транспорте; стихийного характера – морозное пучение; – наиболее типичная ЧС – морозное пучение; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.01.18
--	----------

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	Бекирова Камила		15.01.18

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 153 страницы, 32 рисунка, 37 таблиц, 79 источников и 5 графических приложений.

Ключевые слова: горные породы, инженерно-геологические условия, состав, физико-механические свойства, физико-механические свойства грунтов, условия залегания грунтов, геокриологические условия, многолетнемерзлые породы, морозоопасные свойства грунтов, изученность, методика, процессы.

Объектом исследования являются многолетнемерзлые породы, пучинистые грунты.

Цель работы – комплексное изучение инженерно-геологических условий месторождения золота «Гросс» и разработка проекта изысканий под строительство комплекса сооружений вахтового поселка.

В процессе исследования проводились обобщение и анализ литературных сведений, фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных изысканий.

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

Степень внедрения: разработка проекта изысканий для строительства комплекса сооружений вахтового поселка. Область применения: инженерно-геологические изыскания.

Экономическая эффективность/значимость работы: сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство комплекса сооружений вахтового поселка с учетом НДС равна 3957336,38 рублей.

В будущем планируется: дальнейшее изучение пучинистых грунтов.

Содержание

I ОБЩАЯ ЧАСТЬ	14
1.1 Краткая физико-географическая характеристика района работ	14
1.2 Изученность инженерно-геологических условий	17
1.3. Геологическое строение района работ	18
Стратиграфия	18
Тектоника.....	26
1.4 Гидрогеологические условия	28
1.5 Геологические процессы и явления	33
1.6. Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	42
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	45
2.1 Рельеф участка	45
2.3. Физико-механические свойства грунтов.....	46
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости.....	46
2.3.2. Выделение инженерно-геологических элементов	47
2.3.3. Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов	53
2.4. Специфические грунты	54
2.5 Гидрогеологические условия	62
2.7 Геологические процессы и явления на участке	62
2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка	64
2.9 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации.....	65
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА	68
3.1. Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий	68
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	72
3.3 Методика проектируемых работ	84
3.3.1 Сбор и обработка материалов ранее выполненных работ	84
3.3.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка	85
3.3.3 Топогеодезические работы	86
3.3.4 Буровые работы.....	88
3.3.4.1 Геолого-технические условия бурения	88
3.3.4.2 Выбор конструкции скважины	89

3.3.4.3 Выбор способа бурения	89
3.3.4.4 Выбор буровой установки и технологического инструмента	90
3.3.4.5 Технология бурения скважин	93
3.3.5 Опробование грунта	93
3.3.6. Полевые испытания	96
3.3.6.1 Термонаблюдения в скважинах	96
3.3.7 Лабораторные работы.....	97
3.3.8 Камеральные работы	105
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РУСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	108
4.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания.....	108
4.2 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания	109
5.3 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ	115
5.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ	118
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	122
5.1. Производственная безопасность	122
5.1.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	124
5.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	131
5.2. Экологическая безопасность	135
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	138
5.4 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности	144
Заключение.....	146
Список литературы.....	148

Введение

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка для строительства комплекса сооружений вахтового поселка.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка, а также разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство проектируемого комплекса сооружений на стадии рабочей документации.

Задачами проекта является нахождение оптимальных приемов и методов исследований состава и свойств грунтов, обеспечение получения максимальной информации о свойствах геологической среды в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями и получения достоверных данных необходимых для проектирования.

В работе над проектом использованы фондовые материалы ООО «Нерюнгростройизыскания», нормативная и методическая литература, а также материалы, полученные при личном участии автора проекта в полевых и камеральных работах.

I ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Краткая физико-географическая характеристика района работ

Район работ расположен в Олекминском улусе Республики Саха (Якутия) с центром в городе Олекминск (рисунок 1.1).

Месторождение Гросс располагается в пределах восточной части Олекмо-Чарского нагорья (группа месторождений Южно-Угуйской золотоносной зоны) в бассейне рек Токко и Чоруода (притоки реки Олекма). Участок освоения Гросс расположен в 4 км восточнее месторождения Таборное, в средней части бассейнов ручьев Левый и Правый Гросс [75].

Геоморфология. Рельеф района работ – среднегорный, довольно хорошо расчлененный, с плоскими водоразделами и врезанными речными долинами. Абсолютные отметки водораздельных поверхностей достигают 1400 метров, относительные превышения обычно не превосходят 300-400 метров. Крутизна склонов достигает 25-30° [75].

Гидрография. Речная сеть, представленная мелкими водотоками: Темный, Гросс, Мал. Усу, Усу относится к бассейну р. Олекма. Протяженность ручьев – первые десятки километров. Долины их обычно широкие, и, как правило, имеют корытообразный поперечный профиль. Ширина русел водотоков в пределах площади работ достигает 30-40 м.

Ручьи, ложе которых сложено нижнепротерозойскими осадочными породами, наполнены водой только во время весеннего снеготаяния и затяжных летних дождей. Тогда воды ручьев несут значительное количество мути, песка, гравия, гальку и даже валуны. Большую часть года ручьи безводны.

Район, за пределами площади работ, изобилует многочисленными озерами ледникового и термокарстового происхождения. Наиболее крупным является озеро Усу, расположенное в 3 км к юго-западу от площади работ. Площадь озера 3,11 км², глубина до 22,9 м. Запасы пресной воды в озере оцениваются до 23-30 млн.м³. Воды слабо минерализованные,

гидрокарбонатно-хлоридные смешанного катионного состава пригодны для питьевого водоснабжения, используются для хозяйственных и технических нужд [75].

Климат. Климат района – резко континентальный, с резкими суточными и годовыми колебаниями температур воздуха. Продолжительную холодную зиму сменяет бурный весенний сезон, а затем короткое теплое лето. Максимальная разность температур достигает 90°C – минимальные температуры в декабре-январе минус 55°C, максимальные в июле до плюс 35°C. Среднегодовое количество осадков, по данным метеостанции в пос. Тяня, составляет 367,6 мм, причем около 70% их приходится на летний период. Продолжительность зимнего периода, в среднем, составляет 7 месяцев. Сплошной снежный покров устанавливается в октябре месяце, а интенсивное таяние снега начинается в конце апреля - начале мая. Преимущественное направление ветров обычно – северо-западное [75].

Растительность, почвы. По общему характеру растительного покрова территория входит в провинцию светло-хвойной тайги среднетаежной подзоны.

Растительность территории обусловлена сложным горным рельефом и суровыми климатическими условиями и представлена, в основном, лиственничной тайгой (88%). Основными лесообразующими породами является лиственница даурская и береза повислая (53,4% лесной площади). Леса из сосны обыкновенной и ели сибирской занимают около 29% территории.

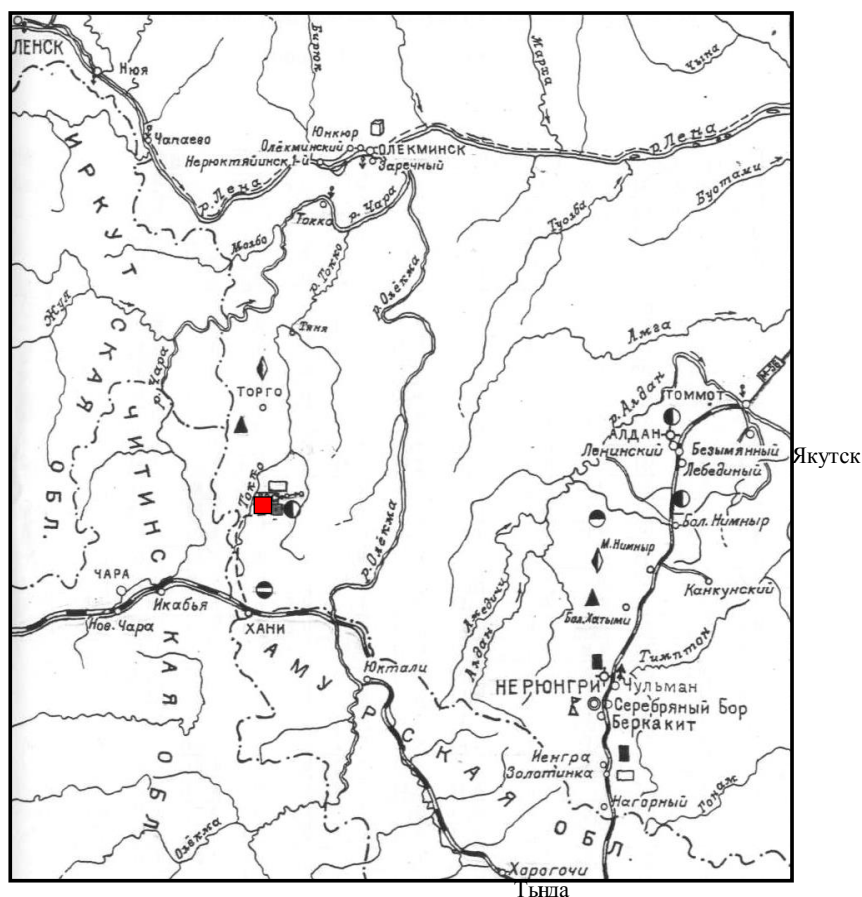
По лесорастительному районированию среднетаежных лесов Якутии территория входит в Алданский горный округ южно-якутской провинции сосново-лиственничной с участием темнохвойных лесов тайги, объединяющей Олекмо-Чарское и западную часть Алданского нагорья [75].

Экономика. В экономическом отношении район практически не освоен. Постоянного населения нет. Ближайшие населенные пункты: поселок Торго – 80 км, поселок Тяня – 100 км к северу. В 80 км к югу проходит

железная дорога БАМ с железнодорожными станциями Хани, Икабья. Жители населенных пунктов, в основном, занимаются местными промыслами – охота и рыболовство.

Геоморфологическое описание участка изысканий

В геоморфологическом отношении площадка вахтового поселка расположена на склоне средней крутизны (7-15°) [75].



МАСШТАБ 1:4000000

Условные обозначения

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|--|
|  | -населенные пункты |  | -золоторудные |
|  | -аэропорты |  | -железрудные |
|  | -речные порты и пристани |  | -каменный уголь |
|  | -железная дорога БАМ |  | -облицовочный камень |
|  | -автомобильная дорога: |  | -апатиты |
| | -федерального значения |  | -ювелирно-поделочные: чароит, агат, нефрит, горный хрусталь. |
|  | и ее номер; |  | -ювелирные: хромдиопсид, аметист. |
|  | -улучшенные грунтовые дороги. |  | -поваренная соль |
|  | -зимники | | |
|  | -границы областей | | |
|  | -ГРЭС, ТЭЦ | | |
|  | -ДЭС | | |
|  | -База ООО «НерюнгриМеталлик» | | |
|  | -Площадь работ | | |

Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Материалы изысканий (Технический отчет: «Инженерно-геологические, гидрогеологические и криологические исследования условий открытой отработки месторождения Таборное и рудопроявлений Гросс и Темный-Таборный (Южно-Угуйская площадь, Южная Якутия)», 2010, ТОМ 1. Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования. Книга 1. Проектно-изыскательское предприятие «Ингеопроект»; Отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Строительство опытно-промышленного участка кучного выщелачивания на золоторудном месторождении «Таборное», 2001, ЮжЯкутТИСиЗ, арх. № 2737; ОТЧЕТ об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Инженерно-геологические изыскания для разработки проектной документации и строительства объектов инфраструктуры по проекту развития месторождения Гросс», г. Нерюнгри, 2013, ООО «НСИ»; ОТЧЕТ об инженерно-геофизических изысканиях на объекте: «Инженерно-геологические изыскания для разработки проектной документации и строительства объектов инфраструктуры по проекту развития месторождения Гросс», г. Нерюнгри, 2013, ООО «НСИ») использовались для сопоставления материалов настоящих изысканий с изысканиями, выполненными на прилегающей территории.

Анализ показывает, что исследуемая площадка и объект, расположенный на прилегающей территории, характеризуется сходными геологическими условиями и близкими значениями показателей физико-механических свойств грунтов аналогичных инженерно-геологических элементов.

Кроме того, материалы изысканий использовались для получения общих сведений о природных условиях площадки. 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 [75].

1.3. Геологическое строение района работ

Стратиграфия

Возрастное и стратиграфическое расчленение геологических образований проведено в соответствии с легендой к геологической карте Южно-Угуйской золотоносной зоны. М 1:50 000 (лист 1).

В геологической литературе район работ известен как Угуйский грабен (грабен-синклиналь), сложенный нижнепротерозойскими образованиями.

В геологическом строении района принимают участие разнообразные метаморфические, терригенно-осадочные и магматические образования различных возрастов (от архея до мезозоя), кроме того, повсеместно распространен комплекс рыхлых четвертичных отложений. Выделены нижнеархейский кристаллический фундамент (олекминская серия) и складчатое основание (субганский и удоканский подэтажи) [75].

Олекминская серия объединенная ($AR_1\Pi_{ol}$), развита в южной части территории среди гранито-гнейсов ханинского комплекса. Породы этой серии представлены переслаиванием биотитовых, биотит-амфиболовых и амфиболовых плагиогнейсов, амфибол-плагиоклазовых кристаллических сланцев, встречаются линзы амфиболитов. Для пород данной серии характерны серые, зеленовато-серые цвета, средне- крупнозернистые структуры, полосчатые текстуры, мигматизация. Обычно наблюдается постепенный переход от гнейсов и кристаллических сланцев через мигматиты к гранито-гнейсам и гранитам. Степень метаморфизма отвечает амфиболитовой фации. По петрохимии породы этой серии соответствуют базальтам, андезито-базальтам, андезитами, дацитами и риолитами [75].

Верхний архей.

Верхнеархейские образования слагают Токко-Ханиский зеленокаменный пояс. В пределах исследуемой территории эти образования

имеют очень ограниченное распространение. Представлены борсалинской серией, в составе двух свит: Темулякитской и Тяньской.

Темулякитская свита (AR_{2tm}) выявлена в юго-западной части района, пространственно тяготея к Токкинской зоне разрывных нарушений. Породы темулякитской свиты залегают в узких (300-700м) непротяженных тектонических блоках субмеридиональной ориентировки, либо слагают ксенолиты в гранитах. В пределах этих блоков породы интенсивно смяты в запрокинутые на юго-запад изоклинальные складки. Представлены амфиболовыми и амфибол-плаггиоклазовыми сланцами, кристаллосланцами. По внешнему виду – это мелкозернистые или тонкозернистые послойно гранитизированные породы темного зеленовато-серого до черного цвета.

Тяньская свита (AR_{2tn}) закартирована в узком тектоническом блоке южнее озера Усу (южнее территории работ) и представлена биотитовыми, силлиманит-биотитовыми мелкозернистыми, тонкополосчатыми гнейсами и сланцами серого и светло-серого цвета. Кроме того, в аллювии руч. Темный встречаются обломки гранат-биотитовых, слюдисто-кварцевых сланцев и гематитовых кварцитов [75].

Нижний протерозой.

Терригенно-осадочные отложения нижнего протерозоя слагают Угуйский грабен площадью 2000-2100 км², суммарная мощность этих отложений оценивается в 2250-3500 м.

Ограничение грабена, в основном, тектоническое, лишь на севере, за пределами территории работ, осадочные породы нижнего протерозоя с резким угловым несогласием и размывом перекрывают метаморфические и палингенно-метасоматические породы архея и смяты в широкие брахискладки. На дневную поверхность выходят породы самой верхней олонноконской свиты. Подолонноконские отложения выделяются только за пределами района работ в узких тектонических блоках на востоке грабена.

Отложения Салаткинской и Чоруодинской серии выявлены только в восточной части грабена за пределами района работ. В исследуемом же

районе распространены отложения только Кебектинской серии, в составе которой выделяется две свиты – Телиэрская и Олонноконская.

Телиэрская свита (PR_{1tl}) – закартирована непосредственно в юго-западной части грабена. На территории работ выходы пород свиты достоверно не установлены.

Олонноконская свита на площади работ представлена своей нижней подсвитой (PRo_{1l}), слагающей 90-95% выходов на дневную поверхность всех нижнепротерозойских толщ Угуйского грабена и является верхним, наиболее мощным членом стратиграфического разреза. В южной части Угуйского грабена свита, в большинстве случаев, имеет тектонические контакты с подстилающими нижнепротерозойскими и архейскими образованиями. В других местах, за пределами района работ, наблюдается налегание с размывом олонноконской свиты на различные горизонты нижнего протерозоя, что лишний раз свидетельствует о стратиграфическом несогласии в ее основании. Олонноконская свита подразделяется на три подсвиты. Средняя и верхняя подсвиты олонноконской свиты выделяются севернее описываемой территории и поэтому здесь они не рассматриваются.

Нижняя подсвита олонноконской свиты выделяется как красноцветная псаммитовая молассоидная формация, представленная монотонной красноцветной толщей песчаников с пластами и линзами красноцветных аргиллитов и конгломерато-брекчий в основании (мощностью около 40 м).

Как отмечалось выше, в разрезе свиты выделяется несколько горизонтов конгломерато-брекчий. Наиболее мощный горизонт (до 50 м) зафиксирован в основании свиты. На площади работ базальный горизонт достоверно закартирован на правобережье руч. Темный, выше устья ручья Надежный, его мощность около 20 м. В ассоциации с конгломерато-брекчиями находятся алевролиты и аргиллиты, образующие маломощные линзы и пропластки. Отдельные фрагменты базального горизонта отмечены в юго-западной части грабена в основании свиты.

Конгломерато-брекчии окрашены в красные тона, сгруженность обломков высокая, окатанность – низкая. Обломочный материал представлен всем спектром протерозойских и архейских образований. Заполнитель: средне-мелкозернистые граувакковые песчаники с карбонатным цементом, алевроитовые песчаники с железисто-карбонатным цементом. Отмечается постепенный переход от конгломератов через гравелиты к песчаникам. Алевролиты и аргиллиты – плотные неяснослоистые породы вишнево-малинового цвета, представляющие собой карбонато-железисто-глинистую, железисто-кремнистую, реже кремнистую массу. По глинистой основе развиваются серицит и мусковит. В тонкозернистой составляющей вкраплены мелкие обломки кварца, полевых шпатов, реже – микрофелзитов.

Тектоническая обстановка осадконакопления в олонноконское время была весьма активной. Этим можно объяснить то обстоятельство, что песчаники, выполняющие Угуйский грабен, по петрохимическим параметрам близки к протоплатформенным. А степень их преобразования отвечает условиям глубинного эпигенеза – начального метагенеза [75].

Четвертичная система.

Рыхлые четвертичные отложения пользуются повсеместным распространением и характеризуются разнообразием состава и происхождения. По своему генезису это аллювиальные, флювиогляциальные, гляциальные, элювиальные и делювиальные отложения. По времени формирования - это верхнечетвертичные и современные звенья (QIII - QIV). Так как на изученной территории они переотложены, перемыты, то не представляется возможным их обособленное выделение, поэтому они показаны на картах, как нерасчлененные. Описываемая площадь входит в состав Байкальской сводово-сбросовой области [75].

По литологическому составу это песчано-валунно-глыбовые, песчано-глинисто-валунные, песчано-валунно-галечные и песчано-галечные отложения. Мощность отложений от 1-2 м до 20 метров.

Элювиально-делювиальные образования распространены на водоразделах и склонах, где их состав, строение и мощности определяются характером разрушаемых пород. Мощность этих отложений непостоянна и изменяется от 1-2 м на водоразделах до 30 м (возможно, больше) в подножьях крутых склонов (том 2, Карта развития инженерно-геологических процессов).

Магматизм и метасоматические образования.

Интрузивные и метасоматические образования в районе пользуются значительным распространением. Среди них выделяются: позднеархейские интрузивные образования; раннепротерозойские образования куранахского комплекса; позднерифейские интрузии торского комплекса; мезозойские магматические породы.

Кроме того, в районе достаточно широко представлены разновозрастные продукты гидротермально-метасоматической деятельности (Зубков Ю.А., 2008).

Позднеархейские интрузивные и ультраметагенные образования.

Выделяются два структурно-вещественных комплекса, отражающих эволюцию геотектонического режима в позднем архее. К раннему, субганскому, (mδAR2am), относятся основные интрузии аммунактинского комплекса, почти не встречающиеся на изучаемой территории, к позднему-тасмиелинскому – породы гранитоидного ряда.

Ханинский комплекс (gnγAR2h), представленный гранитами и гнейсогранитами, пользуется наибольшим развитием среди архейских образований, особенно в южной части района. Формирование этих пород происходило в кульминационный период метаморфизма образований субганского комплекса. По времени образования они являются складчатými, синорогенными, по генезису – ультраметаморфогенными, палингенно-метасоматическими. В зоне Токкинского разлома гранитоиды ханинского комплекса выявлены в междуречье р.р. Темный – Рудный, где они слагают узкие скиалиты в породах чародоканского комплекса. Породы

относятся к нормальным гранитам калиево-натриевой серии при некотором преобладании натрия над калием. По составу они биотитовые, амфибол-биотитовые, реже амфиболовые, разнозернистые, массивные и гнейсовидные. Состав пород, как правило, определяется составом гранитизируемых пород.

Чародоканский комплекс ($\epsilon\gamma AR2\check{c}r$). Более молодые, по сравнению с предыдущими, гранитоиды выделены в чародаканский комплекс (Миронюк и др. 1971г.). Их возрастные взаимоотношения устанавливаются на основании следующих фактов – они прорывают позднеархейские ультраметогенные граниты, также выявлены в гальках нижнепротерозойских конгломератов туостайской свиты. Своеобразный облик этих гранитов, резко отличного от облика гранитоидов алатинского и ханинского комплексов. Массив имеет сложную «пятнистую», реже полосовидную зональность по петрохимическому и минералогическому составу, зернистости, окраске и другим текстурно-структурным особенностям. Структуры этих пород крайне изменчивы.

Камкандинский комплекс ($q-mkAR_2k$). Кремнещелочные метасоматиты имеют широкое развитие в докембрийских областях, претерпевших региональный метаморфизм амфиболитовой фации и гранитизацию. В то же время, для них характерно отсутствие явно выраженной связи с каким-либо гранитоидным комплексом. Размещение метасоматитов этого комплекса контролируется зоной Токкинского разлома. Это позволяет отнести данные породы к формации кремне-щелочных метасоматитов зон региональных разломов.

Раннепротерозойские интрузивные образования куранахского комплекса.

Образования куранахского комплекса ($m\epsilon\nu\pi PR|kr$) развиты в междуречье ручьев Темный - Левый Усу, южнее Южно-Угуйского поддвиги среди гнейсогранитов Ханинского комплекса. Представлены метаморфизованными диабазами (трахибазальтами) и слагают маломощные

дайки. Вероятнее всего, дайки являются реликтами подводящих каналов эродированных силлов.

Формации зеленосланцевых диафторитов и бластокатаклазитов (dPR1'''-R1). Породы, выявленные в составе этой формации, пространственно приурочены к крупным разломам Токкинской зоны. По характеру замещения первичных минералов и минеральным парагенезисам диафториты подразделяются на три субфации:

Позднерифейские интрузии.

Торский комплекс ($\beta\gamma R3t$). Породы представлены неметаморфизованными диабазами и кварцевыми диоритпорфирами, слагающими дайки северо-восточного простирания в Центрально–Угуйской зоне разломов. Распространенность их на площади работ довольно низкая.

- Мезозойские магматические породы.

Характеристика мезозойских магматических образований приводится по материалам предыдущих исследователей (Седенко и др. 1993 г., Амарский и др., 1999 г).

Магматическая деятельность мезозоя на территории района связана с тектоно - магматической активизацией, охватившей в этот период Алданский щит и сопряженные с ним регионы ($T_3 - K_{1-2}$). На рассматриваемой площади отмечается довольно однозначная пространственная связь мезозойских интрузий и крупных разрывных нарушений ортогональной системы. На пересечении Токкинской зоны разломов и кондинской субширотной зоны, южнее площади работ, расположен Хотойский массив. Формирование сложной ассоциации мезозойских изверженных пород происходило в течение длительного периода времени, начиная от позднего триаса до позднего мела включительно.

В Южно-Угуйской зоне, на площади работ, развитие получили мезозойские интрузии только двух этапов – средне-позднеюрского и позднеюрского-раннемелового.

Средне-позднеюрский этап (ЕвѐJ2). Продукты магматизма этого этапа развиты, в основном, по периферии Угуйского грабена. Представлены дайками и силлами эгириновых сиенитпорфиров и тенсбергитпорфирами (бостонитами). Сиенит - порфиры слагают крутопадающие, согласные с тектонической сланцеватостью дайки в зоне Токкинского разлома. Бостонитами сложены силлы в основании и разрезе олонноконской свиты и дайки в тектонически ослабленных зонах. Становление бостонитов и эгириновых сиенитпорфиров происходило до метасоматоза, т. к. на них наложены постмагматическая калишпатизация и окварцевание, а затем пострудное дробление и обохривание.

Позднеюрский – раннемеловой этап (ЕѐлK₁). Породы этого возраста выявлены на водоразделе ручьев Темный – Надежный, а также среди тектонитов Токкинской зоны разломов. Представлены мелкозернистыми афировыми породами зеленовато-серого цвета массивной текстуры, состоящими из войлокоподобного агрегата калишпата, кварца и игольчатых кристаллов эгирина. Распространенность их незначительна.

Этап калиевого метасоматоза (mJ₃–K₁). С мезозойским этапом тектономагматической активизации связано формирование разнообразных метасоматитов преимущественно калиевого профиля. Метасоматиты этого типа и возраста контролируются, в основном, субширотной Кондинской зоной.

Главными чертами мезозойского магматизма являются: формирование пород в течение нескольких этапов тектоно-магматической активизации. Размещение продуктов магматизма в Южно-Угуйском районе носит линейно-узловой характер, обусловленный особенностями разрывной тектоники, магматические породы района являются типичными гипабиссальными образованиями.

В геологическом отношении на исследуемой площадке, по результатам работ, выделен ряд генетических типов отложений:

Четвертичная система: Q

- техногенные отложения t QIV;
- делювиальные отложения d QIII-IV.

Техногенные отложения (t Q IV) имеют локальное распространение, как по мощности, так и по площади покрытия. Вскрыты с поверхности, мощность слоя 1,0-2,0м. По составу представлены супесью дресвяной. Обломочный материал представлен серо-розовым, среднекристаллическим, средней прочности гранитом.

Делювиальные отложения (d QIII-IV) имеют повсеместное распространение, как по мощности, так и по площади покрытия. Вскрыты с поверхности, вскрытой мощностью 1,0-5,0 м. По составу представлены супесью дресвяной, супесью с дресвой, дресвяным и щебенистым грунтами с супесчаным заполнителем до 16-49%.

Позднеархейские образования (AR₂) представлены гранитами и гранито-гнейсами средней, малой, очень низкой прочности и прочными. Грунты размягчаемые, сильнотрещиноватые и трещиноватые, серого, темно-серого, розового цвета. Вскрыты практически повсеместно под четвертичными отложениями, вскрытой мощностью 1,0-7,5 м [75].

Тектоника

Для архейских пород характерна напряженная и многофазная складчатость, субмеридиональное или северо-восточное простирание основных пликтивных структур. По данным В.А. Кудрявцева, выделяется 3-4 фазы складчатости с несколькими генерациями складок в каждой. В позднем архее произошло заложение основных разрывных нарушений ортогональных систем.

В раннем протерозое возник окраинный Удоканский прогиб, в котором и сформировалась Угуйская впадина.

Верхнюю часть складчатого снования образуют породы терригенно-осадочного комплекса нижнего протерозоя, залегающие с резким несогласием на архейские породы. Они выполняют Угуйский грабен,

имеющий в основном тектонические контакты и вытянутость в меридиональном направлении. Структуры, слагающие грабен, имеют более простое строение, складки здесь более широкие, иногда брахиантклинали и брахисинклинали. В это время активизируются разломы преимущественно широтного направления, а в поздне-рифейское время вновь наиболее активными становятся субмеридиональные нарушения. Именно в этот период активизации древних разломов Токкинского и Чоруодинского сформировались протяженные зоны трещиноватости в архейских и рифейских отложениях, в субширотном направлении возникают небольшие раздвиговые зоны, которые выполняются дайками торского комплекса.

В палеозое, вплоть до триаса, в районе существовала относительно спокойная тектоническая обстановка. Мезозойская тектоно-магматическая деятельность в Южно-Угуйском районе началась в позднем триасе. Сформировались различные эпиплатформенные структуры – сводовые и глыбовые поднятия, впадины, магматические пояса, происходило обновление древних разломов и возникновение новых.

В раннеюрское время происходят взбросовые подвижки слоистых терригенноосадочных пород, а иногда и архейских, в условиях вертикального растяжения, что приводит к образованию субгоризонтальных зон растяжения, выполненных синкинематическими интрузиями второго типа – силлы, пластовые тела.

После короткого периода тектонического покоя в позднем мезозое Южно-Угуйский район вступает в период неотектонической активизации. Формируется Верхнее-Токкинская рифтогенная впадина, наследующая зону древних Кондинских разломов субширотного простирания. Формируется Богодиктинский тектонический блок, северной границей которого является Центрально-Угуйская зона разломов. Богодиктинский блок представляет собой систему узких горстов и грабенов. Период неотектонической активности продолжается до настоящего времени, и происходят подвижки по субширотным и субмеридиональным разломам [75].

1.4 Гидрогеологические условия

Согласно действующего мерзлотно-гидрогеологического районирования территории Восточной Сибири изучаемая территория расположена в пределах Чаро-Олекминского гидрогеологического массива, являющегося частью Алданского гидрогеологического массива. Алданский гидрогеологический массив в рельефе соответствует одноименному нагорью. В его пределах наибольшее распространение имеют трещинные воды интрузивных и метаморфических пород, трещинно-жильные воды, связанные с зонами тектонических нарушений, и карстово-трещинные, развитые в областях с карбонатными породами. Воды пресные с минерализацией 45-100 мг/л. Химический состав вод мало изменяется в течение года.

Гидрогеологические условия в пределах Угуйского грабена (исследуемая территория) изучены очень слабо. Имеются материалы гидрогеологической съемки масштаба 1: 200 000 1980-1984гг.

В соответствии с геологическим возрастом водовмещающих горных пород в районе исследований выделяются следующие гидрогеологические подразделения:

- водоносный горизонт четвертичных отложений;
- слабоводоносная зона трещиноватости скальных коренных пород.

Водоносный горизонт четвертичных отложений имеет повсеместное распространение и приурочен к элювиально-делювиальным, пролювиальным, флювиогляциальным и аллювиальным отложениям. Эти отложения представлены песками, дресвяно-щебнистыми и гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным и супесчаным заполнителем.

По характеру взаимодействия с многолетнемерзлыми породами подземные воды данного водоносного горизонта являются 1) надмерзлотными водами слоя сезонного оттаивания, а также 2) водами несквозных и сквозных таликов.

Воды, циркулирующие в рыхлых отложениях в пределах слоя сезонного оттаивания, имеют непосредственную связь с водами атмосферных осадков и поверхностными водами. По характеру циркуляции воды поровые, безнапорные, по отношению к мерзлой толще надмерзлотные, в летний период безнапорные, в зимнее время могут приобретать криогенный напор. Этот водоносный горизонт существует лишь в летний период времени, а зимой полностью промерзает. Питание подземных вод осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков и оттаивания ледяных включений в мерзлых породах. Движение фильтрационного потока происходит согласно уклону поверхности в понижения рельефа, где у подножья склонов отмечаются мочажины и родники надмерзлотных вод с максимальными дебитами до 1,5 л/с.

На площади работ в летний период времени существуют несколько сезонно действующих родников. Родники расположены в руслах ключей, питающих ручьи Темный, Гросс. Родники питаются в начале теплого периода талой водой снежных накопленных в верховьях ручьев, во второй половине лета, когда снег полностью оттаивает, основными источниками питания являются дождевые осадки и воды, высвобождающиеся в ходе формирования сезонно-талого слоя (СТС).

Второй разновидностью подземных вод рыхлых четвертичных отложениях являются воды таликов. Они приурочены к аллювиальным и флювиогляциальным отложениям в долинах рек, где изыскательскими работами установлено широкое распространение крупных таликов. Воды таликов гидравлически тесно связаны с водами сезонно-талого слоя, последние являются и важным источником их питания наряду с атмосферными осадками и поверхностными водотоками и водоемами. Основным отличием вод таликов от вод СТС является круглогодичное их существование и несколько более высокая защищенность от техногенных загрязнений.

По химическому составу подземные воды четвертичных отложений являются гидрокарбонатными со смешанным катионным составом с минерализацией 0,04-0,07 г/л.

Подземные воды зоны трещиноватости скальных пород протерозойского и архейского возраста изучены недостаточно. При поисково-оценочных работах на месторождении, при проходке геолого-разведочных скважин подземные воды в пределах изученной части разреза не встречены, что свидетельствует о ничтожной водообильности разреза. Предполагаемая водоносная зона трещиноватости нижнепротерозойских отложений на площади работ не вскрыта. Не встречены подземные воды и при бурении поисковых скважин.

По имеющимся данным, на большей части исследуемой площади породы на сотни метров вглубь находятся либо в многолетнемерзлом состоянии, либо дренированы. Такая ситуация является типичной как в пределах междуречий и их склонов, так и в днищах долин. В то же время, на отдельных участках, расположенных, правда, за пределами площади месторождения, зафиксировано близкое к поверхности положение уровней рассматриваемого водоносного горизонта.

Глубокое осушение пород на участке исследований, несомненно, связано с близостью крупной региональной дрены – реки Токко, расположенной на расстоянии около 7-8 км к западу от месторождения и имеющей на этом отрезке течения абсолютные отметки тальвега долины около 650 м. Учитывая, что диапазон высот поверхности в пределах исследуемой площади месторождения составляет от 1000 до 1400 м, естественно ожидать, что породы здесь дренированы до значительных глубин. Мощность зоны аэрации даже под днищами долин может составлять 200-300 м, на водораздельных пространствах она существенно больше – 400-500м. С другой стороны, можно утверждать, что ниже уровня днища р.Токко система трещиноватости массива скальных пород повсеместно находится в состоянии полного водонасыщения.

Можно ожидать, что крупное озеро Усу, расположенное в 5 км южнее месторождения, имеет на своей акватории сквозной талик и является локальной зоной питания подземных вод глубокой циркуляции. В этом случае под озером должен развиваться так называемый инфильтрационный купол или бугор подземных вод, поверхность которого при благоприятной фильтрационной обстановке может достигать уреза воды в озере. В случае частичной кольтмации системы трещиноватости скального массива пород тонкодисперсными озерными отложениями, фильтрация из озера будет происходить с разрывом сплошности нисходящего фильтрационного потока, в этом случае под озером должна формироваться зона аэрации той или иной мощности, через которую будет двигаться ненасыщенный инфильтрационный поток. Высота инфильтрационного бугра при этом будет меньше и его зеркало может залегать на значительных глубинах под дном озера. Возможен, наконец, вариант полной кольтмации водоносных трактов и отсутствия движения воды вглубь массива на акватории озера.

Имеются фактические данные, косвенно указывающие на реализацию в природе именно первого варианта гидрогеологической обстановки. В 1980-1984 годах в пределах Чаро-Токкинского железорудного района проводилась комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:200 000.

В скважине №12г глубиной 194 м, пройденной в милонитизированных амфиболовых гранито-гнейсах архейского возраста и расположенной вблизи северного берега оз. Усу, статический уровень установился на глубине 16,5 м. Эта глубина может соответствовать естественной высоте урвенной поверхности инфильтрационного бугра.

Однако указанное положение уровня воды в скважине может быть обусловлено и другой причиной – в условиях низкой проницаемости пород вероятен процесс затопления ствола скважины поверхностными или надмерзлотными водами, при этом уровень воды в скважине может поддерживаться за счет весьма небольших притоков и располагаться на

любой глубине. О вероятности такого сценария может свидетельствовать исключительно низкий удельный дебит 0,002 л/с·м, полученный при откачке в скв.12г и небольшая минерализация воды 0,09 г/л.

Возможно также наличие зон более или менее интенсивного питания вод глубокой циркуляции через трещиноватые тектонические зоны в долинах рек за счет поглощения вод поверхностного речного и подруслового стока. Поступление питающих вод в массив, согласно имеющимся гидрологическим характеристикам рек территории, скорее всего, является сезонным. На участках долин, где происходит питание (инфлюационное или инфильтрационное) вод глубокой циркуляции, также вполне вероятно значительное сокращение мощности зоны аэрации вплоть до выхода зеркала подземных вод на поверхность. В то же время, дискретность питания во времени может вызвать в резкие сезонные колебания уровней, достигающие в условиях низкой пустотности трещиноватых пород (от долей процента до первых процентов) десятков и даже сотен метров.

Скважина №14г глубиной 905,5 м пройдена севернее площади работ в долине ручья Темный, ниже устья его левого притока ручья Бурный (в 3 км на север от поселка). Скважиной вскрыт монотонный разрез, сложенный красноцветными песчаниками нижнепротерозойского возраста. Статический уровень подземных вод установился в 3,67 м от поверхности. Удельный дебит хотя и невелик – 0,054 л/с, но все же он в 30 раз превышает таковой в скв. 12г и весьма вероятно, что на данном участке наблюдается именно высокое положение уровенной поверхности трещинных подземных вод протерозойских песчаников.

На период изысканий грунтовые воды в пределах площадки не встречены. Но в теплый период года, во время интенсивных дождей и снеготаяния, на площадке изысканий можно ожидать появления грунтовых вод типа «верховодка». Водовмещающими будут являться грунты слоя сезонного оттаивания-промерзания. Водоупором – менее трещиноватые грунты скального массива. Питание грунтовых вод происходит за счет

инфильтрации атмосферных осадков и таяния сезонно-мерзлых грунтов, разгрузка – в места понижения рельефа, в выемки и котлованы.

По материалам изысканий на площадке ТЭЦ, по химическому составу (данные по скважине №97) вода натриевая - гидрокарбонатная – сульфатная с общей минерализацией 102,77 мг/л, слабоагрессивная к бетону нормальной плотности водопроницаемости марки W4 по содержанию свободной углекислоты и по водородному показателю (РН). Вода слабоагрессивная к железобетонным конструкциям при периодическом смачивании, неагрессивная при постоянном погружении. Коррозионная активность грунтовых вод по отношению к алюминиевой и свинцовой оболочкам кабеля – средняя. Пробы воды содержат загрязняющие вещества, такие как нитрат и аммоний.

По результатам лабораторных испытаний, по материалам изысканий прошлых лет, нормативные средние значения коэффициента фильтрации следующие: для глинистого заполнителя в рыхлом состоянии 0,21 м/сут, в плотном состоянии 0,08 м/сут; для песчаного заполнителя в рыхлом состоянии 0,05 м/сут, в плотном состоянии 0,03 м/сут; для глинистого заполнителя в рыхлом состоянии 0,05 м/сут, в плотном состоянии 0,02 м/сут; для глинистого заполнителя при оттаивании в рыхлом состоянии 0,05 м/сут, в плотном состоянии 0,02 м/сут; для песчаного заполнителя при оттаивании в рыхлом состоянии 0,05 м/сут, в плотном состоянии 0,03 м/сут [75].

1.5 Геологические процессы и явления

Развитие современных экзогенных геологических процессов и явлений определяется всем комплексом природных условий, но при ведущей роли континентального климата, низкогорного рельефа поверхности, преобладания скальных и полускальных пород и локального распространения участков многолетнемерзлых толщ. С достаточной степенью условности все экзогенные геологические процессы и явления

(ЭГПЯ) можно объединить в следующие группы: процессы выветривания, склоновые процессы, геокриологические процессы и явления.

Процессы выветривания оказывают определяющее влияние на инженерно-геологические свойства верхних горизонтов грунтовых толщ, а также подготавливают условия для развития ряда других процессов, таких как осыпи, курумы и др.

Суровый климат с резкими колебаниями годовых и суточных температур воздуха и наличие глубокого промерзания и оттаивания пород определяют интенсивное развитие физического выветривания (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Средне - и мелкоплитчатые отдельности, образующиеся при выветривании пород Олонноконской свиты

Характер выветривания и состав продуктов разрушения определяется в первую очередь составом, текстурой и структурой коренных пород. Так, в зависимости от минералогических и структурных разновидностей одни скальные породы образуют при выветривании крупноглыбовые россыпи (гранито-гнейсы и граниты), а другие – мелкие глыбы, щебень и дресву (алевролиты). Процессы выветривания приводят к интенсивной каолинизации сиенитов и сиенит порфиров (Чародоканский комплекс). Ещё легче выветриваются нефелиновые сиениты, благодаря малой устойчивости к выветриванию нефелина. С другой стороны, особенно стойкими к выветриванию являются афанитовые диабазы (Торский комплекс

позднерифейских интрузий), глубина выветривания которых не превышает нескольких метров, реже полутора десятков метров [75].

Гравитационные процессы и явления на рассматриваемой территории имеют сравнительно ограниченное площадное распространение и развиваются на крутых (более $25-30^{\circ}$) склонах. В основном они представлены осыпями, которые развиты по берегам рек и в основании приводораздельных обрывистых склонов, сложенных коренными породами, или при подмыве рекой скоплений обломочного материала (рисунок 1.3) [75].



Рисунок 1.3 –. Осыпные склоны древних каров

Эрозия и термоэрозия на рассматриваемой территории в естественных условиях развита слабо. Несмотря на благоприятные для возникновения этих процессов орографические (расчленённый рельеф с уклонами более 5°) и климатические (сравнительно большое количество летних осадков) условия, плоскостному и линейному размыву пород препятствуют малая мощность рыхлого чехла, его грубый механический состав, а также сравнительно хорошо развитый растительный покров. Вследствие этого эрозионные и термоэрозионные образования развиваются в основном в виде небольших промоин на участках нарушения растительного покрова гусеничным транспортом (рисунок 1.4).

Возникновение термоэрозии и эрозии следует ожидать при сооружении карьеров и отвалов горных пород. Обычно при сравнительно небольшой площади образующихся здесь водосборов возникают процессы бороздчатой

эрозии. Их негативное влияние в основном сводится к тому, что эрозионные конуса выноса могут заносить подъездные дороги, изменять условия поверхностного стока и, таким образом, вызывать подтопление отдельных участков поверхности [75].



Рисунок 1.4 – Термоэрозионная промоина по автотракторной дороге в верховьях ручья Рудного

Снежные лавины и сели.

На рассматриваемой территории сели и снежные лавины являются парагенетическими процессами, развивающимися одновременно, на одних и тех же участках территории – в древних цирках, крутопадающих истоках ручьёв и распадках. Зимой здесь формируются снежные лавины, летом, при выпадении значительного количества атмосферных осадков – сели [75].

Следы экзогенной деятельности этих процессов встречаются достаточно хорошо практически во всех частях исследованной территории. Наиболее лавинно - и селеопасным является западная часть территории в районе участка «Токкинский» (рисунок 1.5.).



Рисунок 1.5 – Лавинный лоток и конус выноса (участок Токкинский)

Геокриологические процессы и явления.

Ведущим процессом при образовании систем повторно-жильных льдов, а также генетически связанных с ним форм микрорельефа является морозобойное трещинообразование. Оно играет значительную роль в формировании и ряда других криогенных геологических явлений – курумов, каменных россыпей, многоугольников и котлов, мелкополигональных форм рельефа.

Морозное пучение пород на рассматриваемой территории является одним из самых распространённых геокриологических процессов. В результате его развития в разных геокриологических обстановках происходит образование бугров пучения, пятен-медальонов, каменных котлов и многоугольников (рисунок 1.6) и др. Процесс пучения сопровождается интенсивной перестройкой микрорельефа поверхности. Одной из форм этого процесса является выпучивание каменного материала, что приводит к морозной сортировке по крупности материала рыхлых образований и отложений [75].



Рисунок 1.6 – Каменные многоугольники на водоразделе ручья Правый Гросс – река Малая Уса

Из основных проявлений пучения в рельефе наиболее распространёнными являются миграционные бугры пучения. Они формируются при ведущем участии миграции влаги к фронту промерзания под действием градиента температуры и влажности. Торфяные миграционные бугры пучения встречаются на старичных участках 1 н/п террасы, по окраинам зарастающих термокарстовых озёр, в заболоченных верховьях ручьёв и рек территории. Размеры бугров пучения на рассматриваемой территории невелики: высота их редко превышает 0,3-0,5 м при площади основания от $2 \times 1,5$ м до 3×5 м. Для криогенного строения миграционных бугров пучения характерны слоистые и линзовидно-слоистые криогенные текстуры при объёмной влажности 60-80 %. Все бугры пучения на исследованной территории являются сезонными, к концу летнего периода они полностью оттаивают и нивелируются с окружающими поверхностями [75].

Гидролакколиты. Эти бугры пучения образуются при промерзании замкнутых водоносных систем, в которых развивается значительное гидростатическое давление, водоносных горизонтов с потоками грунтовых вод, а также очагов разгрузки напорных подмерзлотных вод. По времени существования они подразделяются на сезонные и многолетние [75].

Сезонные гидролакколиты высотой до полутора метров и диаметром до 5-10 м приурочены в основном к тыловым швам террас, руслам перемерзающих ручьёв и рек и нижним частям склонов. Поверхность бугров, как правило, бывает рассечена трещинами. В строении бугров отмечается наличие ледяного ядра в виде сплошного ледяного тела, или многочисленных ледяных слоёв мощностью около 0,1-0,2 м, разделяющихся прослоями минеральных пород. Довольно часто в ледяные ядра гидролакколитов бывают вморожены включения гальки, валунов, глыб скальных пород. По данным режимных наблюдений ежегодное поднятие поверхности гидролакколитов сезонного типа может достигать примерно полуметра.

По сравнению с сезонными или однолетними, многолетние гидролакколиты на рассматриваемой территории обнаружены не были. Отсутствие многолетних бугров пучения на территории месторождения обусловлено тем, что здесь отсутствуют процессы многолетнего промерзания таликовых участков, а также тем, что породы в таликах в период зимнего промерзания оказываются дренированными [75].

Курумы (рисунок 1.7) представляют собой проявление криогенных процессов склоновой денудации, выраженное в образовании различных по форме и размерам участков склонов, сложенных с поверхности глыбами скальных пород и лишённых кустарниково-древесной растительности. На рассматриваемой территории их площадь измеряется многими десятками квадратных километров.

Состав курумов может отличаться определённым разнообразием, но в целом для него характерно уменьшение размера обломочного материала к низу разреза и увеличение содержания дисперсного заполнителя (обычно супесей и суглинков).

Распространение курумов на рассматриваемой территории определяется в основном составом скальных пород и устойчивостью их к выветриванию. В районах развития архейских магматических и метаморфических пород – гранитов, гранито-гнейсов курумы развиты

наиболее широко. Каменные россыпи представляют собой результат криоэлювиальной переработки пород сезонного оттаивания на водораздельных поверхностях [75].



Рисунок 1.7 – Курумы-поля на склоне гольца в верховьях ручья Рудного

Термокарст на рассматриваемой территории золоторудных месторождений развит, по-видимому, сравнительно слабо, а точнее практически не развит [75].

Наледи. В районе работ развиваются наледи подземных надмерзлотных вод слоя сезонного оттаивания, хотя и имеют ограниченное распространение.

Процессы наледообразования играют незначительную роль в формировании рельефа рассматриваемой территории. В местах своего возникновения наледи часто приводят к образованию «наледных полей» – расширенных участков долин, почти лишённых растительности и разбитых на многочисленные русла, сложенные с поверхности валунно-галечным материалом (рисунок 1.8) [75].



*Рисунок 1.8 – Наледная поляна в днище ручья - левого притока реки
Малая Усу*

Солифлюкция. Под солифлюкцией понимается течение увлажнённых грунтов по склонам, развивающееся под влиянием и в ходе процессов промерзания и протаивания пород (рисунок 1.9) [75].



*Рисунок 1.9 – Солифлюкционный язык-поток в верхней части склона
(правый борт долины ручья Гросс)*

Процессы заболачивания и болотообразования, с которыми обычно парагенетически связаны геокриологические процессы и явления, развиты слабо в виду особой гидрогеологической обстановки, в частности хорошего дренирования днищ речных долин, а также преобладания сильно расчленённого рельефа, препятствующего переувлажнению поверхности [75].

Эндогенные процессы проявляются в виде землетрясений и оцениваются сейсмичностью [75].

Морозное пучение грунтов [75]. Одной из его разновидностей является общее сезонное пучение рыхлых грунтов в процессе их промерзания. Типичный и часто встречаемый на рассматриваемом отрезке процесс.

1.6. Общая инженерно-геологическая характеристика района

Район работ расположен в Олекминском улусе Республики Саха (Якутия) с центром в городе Олекминск.

Месторождение Гросс располагается в пределах восточной части Олекмо-Чарского нагорья (группа месторождений Южно-Угуйской золотоносной зоны) в бассейне рек Токко и Чоруода (притоки реки Олекма). Участок освоения Гросс расположен в 4 км восточнее месторождения Таборное, в средней части бассейнов ручьев Левый и Правый Гросс.

Рельеф района работ – среднегорный, довольно хорошо расчлененный, с плоскими водоразделами и врезанными речными долинами. Абсолютные отметки водораздельных поверхностей достигают 1400 метров, относительные превышения обычно не превосходят 300-400 метров.

Речная сеть, представленная мелкими водотоками: Темный, Гросс, Мал. Усу, Усу относится к бассейну р. Олекма. Протяженность ручьев – первые десятки километров. Долины их обычно широкие, и, как правило, имеют корытообразный поперечный профиль. Ширина русел водотоков в пределах площади работ достигает 30-40 м.

Климат района – резко континентальный, с резкими суточными и годовыми колебаниями температур воздуха. Продолжительную холодную зиму сменяет бурный весенний сезон, а затем короткое теплое лето.

Наиболее развитыми физико-геологическими процессами и явлениями в пределах исследуемой территории являются: процессы выветривания, склоновые процессы, геокриологические процессы и явления.

Процессы выветривания оказывают определяющее влияние на инженерно-геологические свойства верхних горизонтов грунтовых толщ, а также подготавливают условия для развития ряда других процессов, таких как осыпи, курумы и др.

Гравитационные процессы и явления на рассматриваемой территории представлены осыпями, которые развиты по берегам рек и в основании приводораздельных обрывистых склонов, сложенных коренными породами, или при подмыве рекой скоплений обломочного материала.

Эрозия и термоэрозия на рассматриваемой территории в естественных условиях развита слабо. Возникновение термоэрозии и эрозии следует ожидать при сооружении карьеров и отвалов горных пород. Их негативное влияние в основном сводится к тому, что эрозионные конуса выноса могут заносить подъездные дороги, изменять условия поверхностного стока и, таким образом, вызывать подтопление отдельных участков поверхности.

Сели и снежные лавины являются парагенетическими процессами, развивающимися разновременно, на одних и тех же участках территории. Зимой здесь формируются снежные лавины, летом, при выпадении значительного количества атмосферных осадков – сели.

Ведущим процессом при образовании систем повторно-жильных льдов, а также генетически связанных с ним форм микрорельефа является морозобойное трещинообразование.

Морозное пучение пород на рассматриваемой территории является одним из самых распространённых геокриологических процессов. В результате его развития в разных геокриологических обстановках происходит образование бугров пучения, пятен-медальонов, каменных котлов и многоугольников и др. процесс пучения сопровождается интенсивной перестройкой микрорельефа поверхности.

Термокарст на рассматриваемой территории золоторудных месторождений развит, по-видимому, сравнительно слабо, а точнее практически не развит.

В районе работ развиваются наледи подземных надмерзлотных вод слоя сезонного оттаивания, хотя и имеют ограниченное распространение.

Процессы наледообразования играют незначительную роль в формировании рельефа рассматриваемой территории. В местах своего возникновения наледи часто приводят к образованию «наледных полей».

Солифлюкция – течение увлажнённых грунтов по склонам, развивающееся под влиянием и в ходе процессов промерзания и протаивания пород.

Процессы заболачивания и болотообразования, с которыми обычно парагенетически связаны геокриологические процессы и явления, развиты слабо в виду особой гидрогеологической обстановки.

Эндогенные процессы проявляются в виде землетрясений и оцениваются сейсмичностью.

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.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Рельеф участка

Участок работ расположен в Олекминском улусе Республики Саха (Якутия) с центром в г. Олекминск.

Рельеф района работ - среднегорный, довольно хорошо расчлененный. Абсолютные высотные отметки колеблются от 1102 до 1107 м.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

Геологический разрез участка изысканий характеризуется на глубину до 10 метров делювиальными отложениями верхнечетвертичного возраста (dQIII-IV) и верхнеархейскими отложениями (AR₂).

Инженерно-геологический разрез представлен с поверхности многолетнемерзлой толщей супеси дресвяной, глубина залегания колеблется до 2,8 м. Грунт имеет повсеместное распространение по участку, вскрыт с поверхности под почвенно-растительным слоем и с глубины 0,1 м, мощностью 2,1 м. Грунт имеет повсеместное распространение по участку, вскрыт с поверхности под почвенно-растительным слоем с глубины 0,1 м, мощностью до 1,90 м. Грунт имеет повсеместное распространение по участку, вскрыт с поверхности под почвенно-растительным слоем и с глубины 0,1 м, мощностью 2,80 м. Грунт имеет повсеместное распространение по участку, вскрыт с поверхности под почвенно-растительным слоем с глубины 0,1 м, мощностью до 1,70 м.

Под толщей супеси дресвяной твердой залегает многолетнемерзлая толща гранито-гнейса очень низкой прочности средней степени водонасыщения с твердым супесчаным заполнителем, глубина залегания до 10 м. Грунт имеет повсеместное распространение по участку, вскрыт с глубины 1,70-2,80 м, вскрытой мощностью 1,20-7,20 м. Под толщей гранито-гнейса очень низкой прочности с твердым супесчаным заполнителем залегает

толща гранито-гнейса прочного, размягчаемого. Грунт имеет повсеместное распространение по участку, вскрыт с глубины 3,30 м вскрытой мощностью 1,70 м.

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 выделяется два стратиграфо-генетических комплекса верхнечетвертичных и современных звеньев (QIII – QIV) делювиальных грунтов, которые состоят из дисперсных мерзлых грунтов. Так же на разрезе представлены верхнеархейские отложения (AR₂): гранит очень низкой прочности средней степени водонасыщения с твердым супесчаным заполнителем и гранит прочный, размягчаемый.

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

Верхнечетвертичные и современные звенья делювиальных отложений (dQIII-IV):

Супесь дресвяная твердая

Супесь дресвяная твердая коричневая.

На период изысканий грунт находился в мерзлом состоянии, массивной криогенной текстуры, при оттаивании заполнитель твердый.

Показатели физико-механических свойств грунтов. Естественная влажность грунта изменяется от 0,04 до 0,21 д.ед., плотность грунта изменяется от 1,88 до 2,11 г/см³, предел текучести изменяется от 0,17 до 0,25 д.ед., число пластичности изменяется от 0,03 до 0,06 д.ед.

По степени морозной пучинистости, которая по данным лабораторных исследований составила 3,1-3,7 %, согласно таблице Б.27 ГОСТ 25100-2011 грунт характеризуется как среднепучинистый .

Верхнеархейские образования (AR₂):

Гранито- гнейс очень низкой прочности средней степени водонасыщения с твердым супесчаным заполнителем розовато-серого цвета.

Гранито-гнейс прочный, размягчаемый серого цвета.

2.3.2. Выделение инженерно-геологических элементов

Выделение инженерно-геологических элементов проводится согласно требованиям ГОСТ 20522-2012 [12]. Грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида. Подразделение и наименование разновидностей многолетнемерзлых грунтов следует производить 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 следует производить 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, органо-минеральными или органическими грунтами и другими грунтами, оказывающими существенное влияние на проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности.

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 выделен 1 слой и 3 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

Слой 1 – почвенно-растительный (pd QIV);

Делювиальные грунты (d QIII-IV):

ИГЭ – 1–Супесь дресвяная твердая

Верхнеархейские образования (AR₂):

ИГЭ 2– гранито-гнейс очень низкой прочности средней степени водонасыщения с твердым супесчаным заполнителем;

ИГЭ 3 – гранито-гнейс прочный, размягчаемый;

Изучение характера изменчивости проводится используя при этом следующие показатели свойств грунта:

- число пластичности – I_p , %;
- влажность на границе текучести – W_L , %;
- влажность на границе раскатывания – W_P , %;
- влажность – W , %;
- 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 (2.1-2.14).

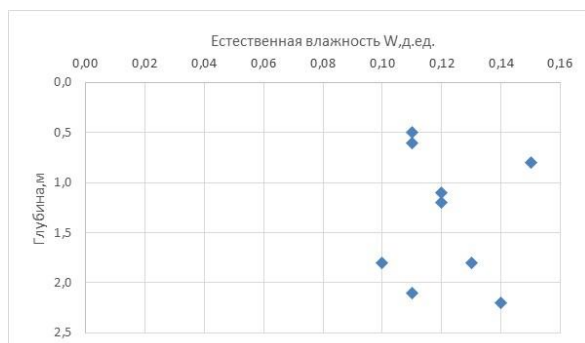


Рисунок 2.1. Изменение естественной влажности супеси дресвяной твердой (ИГЭ-1) по глубине

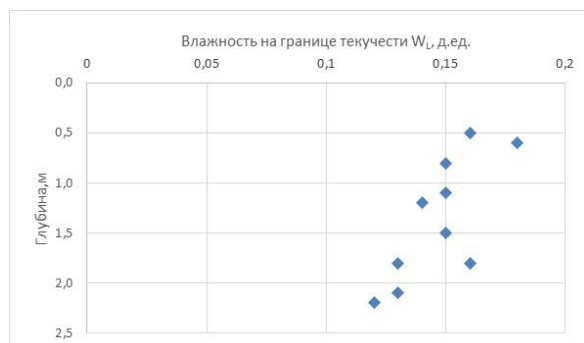


Рисунок 2.2. Изменение влажности на границе текучести супеси дресвяной твердой (ИГЭ-1) по глубине

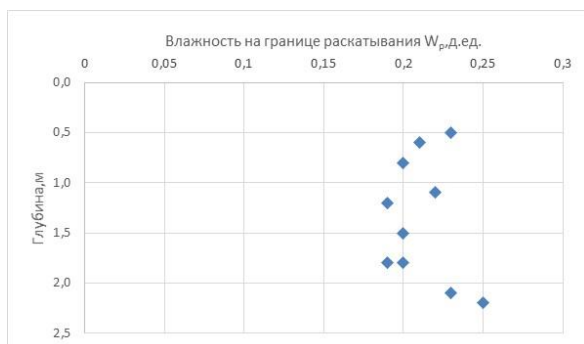


Рисунок 2.3. Изменение влажности на границе раскатывания супеси дресвяной твердой (ИГЭ-1) по глубине

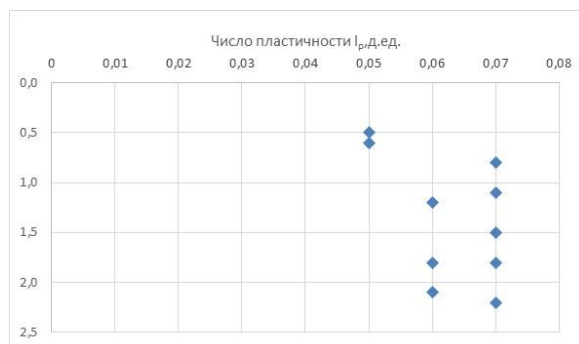


Рисунок 2.4. Изменение числа пластичности супеси дресвяной твердой (ИГЭ-1) по глубине

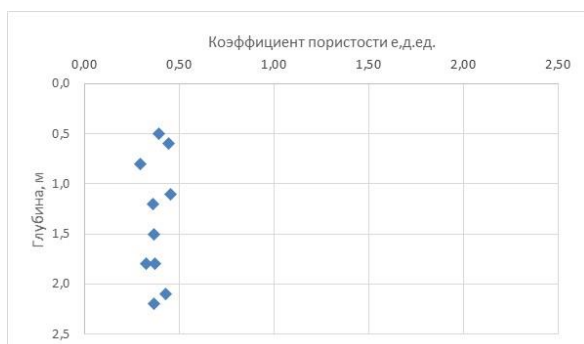


Рисунок 2.5. Изменение коэффициента пористости супеси дресвяной твердой (ИГЭ-1) по глубине

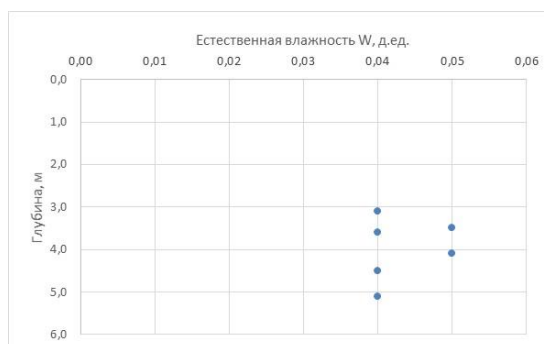


Рисунок 2.6. Изменение естественной влажности супесчаного заполнителя гранита очень низкой прочности (ИГЭ-2) по глубине

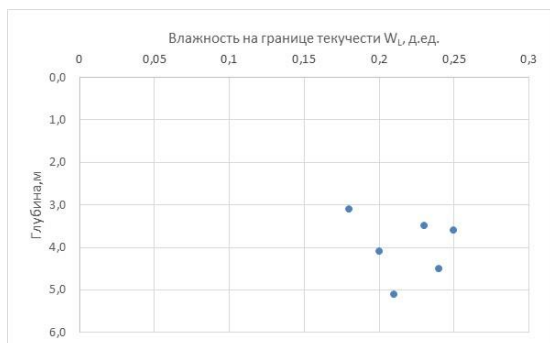


Рисунок 2.7 Изменение влажности на границе текучести супесчаного заполнителя гранита очень низкой прочности (ИГЭ-2) по глубине

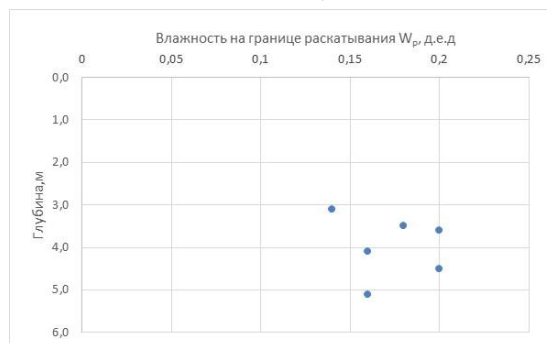


Рисунок 2.8. Изменение влажности на границе раскатывания супесчаного заполнителя гранита очень низкой прочности (ИГЭ-2) по глубине

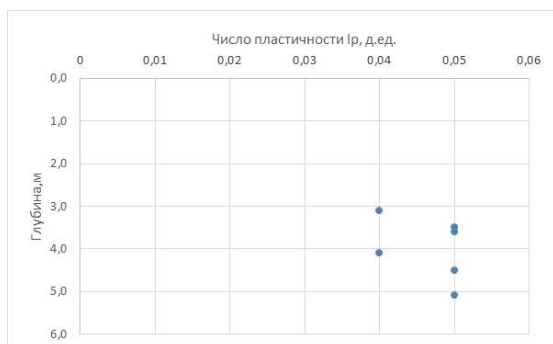


Рисунок 2.9. Изменение числа пластичности супесчаного заполнителя гранита очень низкой прочности (ИГЭ-2) по глубине

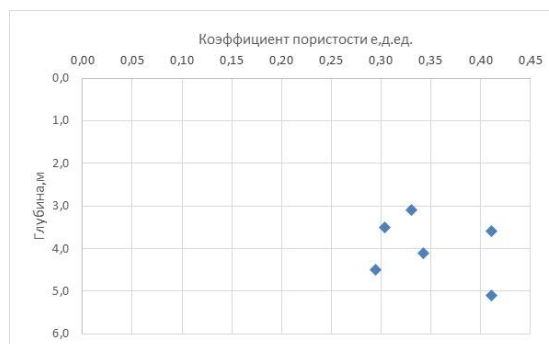


Рисунок 2.10. Изменение коэффициента пористости гранита очень низкой прочности с супесчаным заполнителем (ИГЭ-2) по глубине



Рисунок 2.11. Изменение объемного веса гранито-гнейса (ИГЭ-3) по глубине

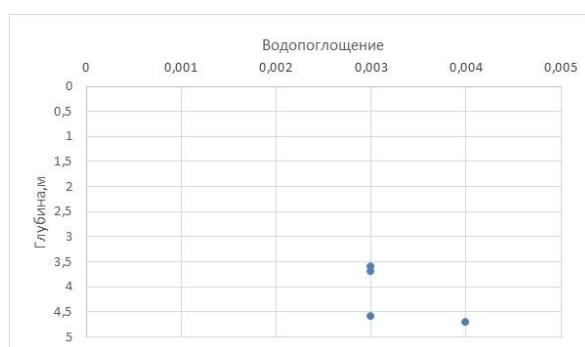


Рисунок 2.12. Изменение водопоглощения гранито-гнейса (ИГЭ-3) по глубине

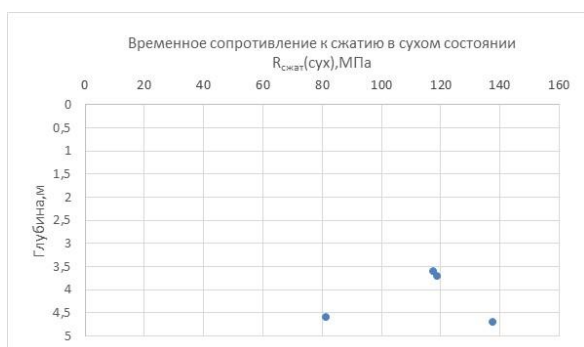


Рисунок 2.13. Изменение временного сопротивления к сжатию гранито-гнейса в сухом состоянии (ИГЭ-3) по глубине

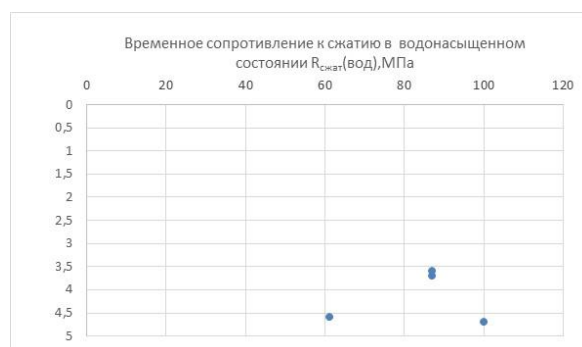


Рисунок 2.14. Изменение временного сопротивления к сжатию гранито-гнейса в водонасыщенном состоянии (ИГЭ-3) по глубине

Анализ графиков, предварительно выделенных ИГЭ показал, что изменчивость значений показателей физических характеристик, в целом, имеет незакономерное распределение и минимальный разброс значений.

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:

$$V = \frac{S}{X_n} \quad (2.1)$$

где S– среднеквадратичное отклонение, X_n – среднее значение параметра.

При наличии закономерности в изменении характеристики грунта по глубине инженерно-геологического элемента дальнейшее его расчленение не проводят, если коэффициент вариации не превышает следующих величин: для физических характеристик не более 0.15; для механических характеристик не более 0.30.

Для обоснования расчленения предварительно выделенных ИГЭ были рассчитаны коэффициенты вариации по физическим (таблицы 2.1-2.2) и механическим (таблица 2.3) характеристикам грунтов.

В таблице 2.1 приведены значения коэффициентов вариации для супеси дресвяной твердой.

Таблица 2.1 – Значения коэффициентов супеси дресвяной твердой

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Коэффициент пористости e, д.ед.	0,03	0,35	0,08
Влажность на границе текучести W_L , д.ед.	0,02	0,15	0,12
Влажность на границе раскатывания W_p , д.ед.	0,02	0,21	0,09

Продолжение таблицы 2.1

Число пластичности I_p , д.ед.	0,01	0,06	0,13
Естественная влажность W , д.ед.	0,02	0,12	0,13

Как видно из таблицы 2.1 коэффициенты вариации супеси дресвяной не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 [3]) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

В таблице 2.2 приведены значения коэффициентов вариации для гранито-гнейса очень низкой прочности с суглинистым заполнителем.

Таблица 2.2 – Значения коэффициентов вариации гранито-гнейсо-гнейса очень низкой прочности с твердым супесчаным заполнителем

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Коэффициент пористости e , д.ед.	0,05	0,35	0,15
Влажность на границе текучести W_L , д.ед.	0,03	0,22	0,12
Влажность на границе раскатывания W_p , д.ед.	0,02	0,17	0,14
Число пластичности I_p , д.ед.	0,01	0,05	0,11
Естественная влажность W , д.ед.	0,01	0,04	0,12

Как видно из таблицы 2.2 коэффициенты вариации гранито-гнейса очень низкой прочности с твердым супесчаным заполнителем не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 [12]) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

В таблице 2.3 приведены значения коэффициентов вариации для гранито-гнейсо-гнейсов прочных.

Таблица 2.3 – Значения коэффициентов вариации гранито-гнейсо-гнейсов прочных

Характеристики механических свойств	Средне квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X_n	Коэффициент вариации, V
Объемный вес	0,04	2,67	0,01
Водопоглощение	0,001	0,003	0,15
Временное сопротивление к сжатию в сухом состоянии, МПа	23,52	113,76	0,21
Временное сопротивление к сжатию в водонасыщенном состоянии, МПа	16,3	83,78	0,19

Как видно из таблицы 2.3 коэффициенты вариации гранито-гнейсо-гнейсов прочных не превышают 0,30 (ГОСТ 20522-2012 [12]) по всем характеристикам механических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

Так как минимальное число определений характеристик грунтов или фиксируемых в опытах значений должно быть шесть (ГОСТ 20522-2012 пункт 4.10 [12]), а в нашем случае их 4, мы не можем провести точную статистическую обработку результатов, т.е у нас недостаточное количество частных значений, поэтому ИГЭ-3 выделен предварительно.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов

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

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:

$$X_n = X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.2)$$

где n - число определений характеристики;

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

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

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [12], методом статистической обработки частных значений характеристик (лист 3).

В соответствии с п.5.3.17 СП 22.13330.2016 [13] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации $\alpha = 0,85$.

2.4 Специфические грунты

По данным проведенных работ в пределах изученной 10-метровой толщи были встречены грунты, которые в соответствии с СП 11-105-97, часть III и СП 22.13330.2016 обладают специфическими свойствами и относящиеся к ним по степени пучинистости - это ИГЭ – 1, залегающий в зоне сезонного промерзания-оттаивания.

В данных условиях при промерзании грунтов фундаменты подвергаются деформациям и воздействию сил морозного пучения, а при последующем оттаивании происходит осадок оттаивания и существенное снижение прочности оттаивающих грунтов. Следует учитывать требования

СП 22.13330.2016, СП 116.13330.2012, СП 25.13330-2012 при использовании специфических грунтов в качестве оснований.

Оценка характеристик морозоопасных свойств грунтов оснований является сложной задачей, которая до сих пор недостаточно разработана.

Морозоопасные свойства сезоннопромерзающих грунтов характеризуются: коэффициентом морозного пучения ε_{fh} (относительной деформацией морозного пучения промерзающего слоя); давлением морозного пучения p_{th} , нормальным к подошве фундамента или иной конструкции, взаимодействующей с промерзающим грунтом; удельным значением касательной силы морозного пучения τ_{fh} , действующей вдоль боковой поверхности фундамента или стены, заглубленной в грунт; существенным понижением величины предельного сопротивления сдвигу оттаивающего слоя грунта $\varphi_{th,u}$, а следовательно и параметров его прочности – угла внутреннего трения φ_{th} и удельного сцепления C_{th} .

По значению относительной деформации морозного пучения ε_{fh} , полученному по результатам испытаний образцов грунта в специальных установках (лист 5), которые обеспечивают вертикальное промораживание образца исследуемого грунта в заданном температурном и влажностном режимах, и измерение перемещений его поверхности следует определять степень пучинистости грунта.

Касательные силы морозного пучения грунта необходимо определять по значению устойчивого сопротивления сдвигу образца мерзлого грунта τ_{fh} относительно поверхности образца фундамента, полученному по результатам испытаний в устройстве, обеспечивающем срез грунта по поверхности смерзания с постоянной скоростью перемещения в диапазоне значений (лист 5).

В данных условиях при промерзании грунтов фундаменты подвергаются деформациям и воздействию сил морозного пучения, а при

последующем оттаивании происходит осадок оттаивания и существенное снижение прочности оттаивающих грунтов.

Надежность оснований и фундаментов в условиях пучинистых грунтов необходимо обосновывать расчетами при проектировании с использованием достоверных значений характеристик морозоопасных свойств грунтов. В данном случае рассмотрим метод прогноза характеристик морозоопасности грунтов в строительстве, который был разработан в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете Карловым В.Д.

Для того, чтобы оценить значения этих характеристик используются данные стандартных инженерно геологических изысканий, которые выполняются на строительной площадке.

Числовой метод определения характеристик морозоопасных свойств грунтов

Рассматриваются два условия промерзания:

I условие - при отсутствии подземных вод (или расположении их уровня ниже границы промерзания на $z \geq z_{\max}$).

1. Коэффициент морозного пучения (величина относительной деформации морозного пучения промерзающего слоя грунта основания) рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_f = [\alpha w (\rho_d / \rho_w) - \beta] \gamma_t,$$

где ε_f - коэффициент морозного пучения грунта, д.ед;

w – природная влажность грунта перед его промерзанием, д.ед.;

ρ_d – плотность сухого грунта, кг/м³;

ρ_w – плотность воды, которая находится в порах грунта, $\rho_w = 1000$ кг/м³;

γ_t – коэффициент, учитывающий влияние скорости и продолжительности промерзания грунта в районе строительства;

α и β – параметры пучинистых свойств грунтов, которые определяются по таблице 2.4.

Таблица 2.4 –Значения параметров пучинистых свойств глинистых грунтов α , β и Ψ

Наименование грунта и число пластичности	Влажность грунта на границе текучести, w_L , доли единицы	Параметры		
		α	β	Ψ
Супеси $0,02 < I_P \leq 0,07$	0,15	0,216	0,025	0,028
	0,25	0,174	0,037	0,029
	0,33	0,155	0,043	0,030
Супеси пылеватые $0,02 < I_P \leq 0,07$	0,15	0,302	0,041	0,034
	0,25	0,245	0,058	0,035
	0,33	0,228	0,071	0,036
Суглинки $0,07 < I_P \leq 0,17$	0,20	0,310	0,048	0,050
	0,30	0,242	0,054	0,052
	0,40	0,202	0,056	0,054
	0,50	0,168	0,058	0,056
Суглинки пылеватые $0,07 < I_P \leq 0,13$	0,20	0,268	0,029	0,056
	0,30	0,237	0,046	0,058
	0,40	0,224	0,062	0,060
	0,50	0,206	0,070	0,062
Суглинки пылеватые $0,13 < I_P \leq 0,17$	0,20	0,234	0,015	0,059
	0,30	0,199	0,026	0,061
	0,40	0,189	0,039	0,064
	0,50	0,184	0,050	0,068

Продолжение таблицы 2.4

Глины $I_p > 0,17$	0,25	0,176	0,017	0,050
	0,35	0,149	0,021	0,052
	0,45	0,141	0,029	0,054
	0,55	0,134	0,035	0,056
	0,65	0,131	0,040	0,058

2. Величина морозного пучения грунта при известной глубине промерзания определяется по формуле:

$$f_f = \varepsilon_f d_f \cdot$$

3. При среднем напряжении в промерзающем слое 0,15 МПа (150 кПа), вызванном внешней нагрузкой, коэффициент морозного пучения грунта равен:

$$\varepsilon_{f,p} = [\alpha w (\rho_d / \rho_w) - \beta - \psi \sigma] \gamma_t,$$

где σ – среднее дополнительное вертикальное напряжение в промерзающем слое грунта, Мпа;

ψ – параметр, который учитывает влияние внешнего давления на интенсивность морозного пучения грунта, Мпа⁻¹.

4. Максимальная величина удельного нормального давления морозного пучения определяется по формуле:

$$p_{f,p,max} = [\alpha w (\rho_d / \rho_w) - \beta] / \psi$$

5. Величина удельной касательной силы морозного пучения супеси определяется по таблице 2.5 как максимальное по одному из двух признаков значение .

Таблица 2.5 – Значение удельной касательной силы морозного пучения грунтов

Виды грунтов и их состояние	Коэффициент морозного пучения в рассматриваемых условиях ε_f , доли единицы	Значение удельной касательной силы пучения τ_{fh} , кПа
Глинистые грунты при показателе текучести $I_L > 0,50$; пески мелкие и пылеватые при степени влажности $S_r > 0,95$	$\varepsilon_f > 0,7$	120
Глинистые грунты при $0,25 < I_L \leq 0,50$; пески мелкие и пылеватые при $S_r \leq 0,95$; крупнообломочные грунты с пучинистым заполнителем свыше 30%	$0,035 \leq \varepsilon_f \leq 0,07$	90
Глинистые грунты при $I_L \leq 0,25$; пески мелкие и пылеватые при $0,6 < S_r \leq 0,95$; крупнообломочные грунты с пучинистым заполнителем от 10 до 30%	$0,01 \leq \varepsilon_f \leq 0,035$	70

6. Величина угла внутреннего трения при оттаивании промерзшей супеси рассчитывается по формуле в соответствии с таблицами 2.6 и 2.7:

$$\varphi_{th} = \varphi / \gamma_{g(\varphi)th} \gamma_{m,f},$$

где $\gamma_{g(\varphi)th}$ – коэффициент надежности по грунту при его оттаивании для угла внутреннего трения ;

$\gamma_{m,f}$ – коэффициент, учитывающий влияние интенсивности миграции влаги и морозного пучения грунта на формирование посткриогенной структуры оттаивающего грунта и его прочностные свойства.

Таблица 2.6 – Значение коэффициентов $\gamma_{g(\varphi)th}$

Наименование грунтов	Коэффициенты $\gamma_{g(\varphi)th}$ для грунтов с показателем I_L равным			
	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$I_L > 0,75$
Глины	1,05	1,15	1,20	1,05
Суглинки	1,10	1,25	1,25	1,10
Супеси	1,02	1,10	1,10	1,05

Таблица 2.7 – Значение коэффициентов $\gamma_{m,f}$

Коэффициенты морозного пучения ε_f , доли единицы	Коэффициенты $\gamma_{m,f}$
$\varepsilon_f \leq 0,01$	1,00
$0,01 < \varepsilon_f \leq 0,03$	1,15
$0,03 < \varepsilon_f \leq 0,07$	1,30
$0,07 < \varepsilon_f \leq 0,10$	1,50
$\varepsilon_f > 0,10$	1,80

7. Величина удельного сцепления при оттаивании промерзшей супеси дресвяной твердой определяется по формуле в соответствии с таблицами 2.7 и 2.8:

$$C_{th} = C / \gamma_{g(c)th} \gamma_{m,f},$$

где $\gamma_{g(c)th}$ - коэффициент надежности по грунту при его оттаивании для удельного сцепления;

Таблица 2.8 – Значения коэффициентов $\gamma_{g(c)th}$

Наименование грунтов	Коэффициенты $\gamma_{g(c)th}$ для грунтов с показателем I_L равным			
	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$I_L > 0,75$
Глины	1,20	1,40	1,60	1,30
Суглинки	1,15	1,35	1,50	1,20
Супеси	1,10	1,20	1,30	1,10

II условие - при расположении уровня подземных вод на глубине $z = 1,0$ м ниже границы промерзания.

1. В рассматриваемых условиях $z_{\max}$ определяется по таблице 2.9

Таблица 2.9 – Значения $z_{\max}$

Наименование грунта	Значение $z_{\max}$, м
Глины с монтмориллонитовой и иллитовой основой	3,5
Глины с каолинитовой основой	2,5
Суглинки пылеватые с $I_p > 0,13$	2,5
Суглинки с $I_p > 0,13$	2,0
Суглинки пылеватые с $I_p \leq 0,13$	2,0

Продолжение таблицы 2.9

Суглинки с $I_p \leq 0,13$	1,8
Супеси пылеватые с $I_p > 0,02$	1,5
Супеси с $I_p > 0,02$	1,3
Супеси с $I_p \leq 0,02$, пески пылеватые	1,0
Пески мелкие	0,8

2. Тогда, Величина коэффициента χ равна:

$$\chi = (z_{\max} + d_{ws}) / (z + d_{ws}),$$

где d_{ws} - глубина зоны всасывания, равная 0,30 м.

3. Коэффициент морозного пучения супеси дресвяной твердой определяется по формуле:

$$\varepsilon_f = [\alpha w (\rho_d / \rho_w) - \beta] \gamma_t \chi,$$

4. Величина морозного пучения супеси дресвяной твердой при рассчитанной глубине промерзания определяется по формуле:

$$f_f = \varepsilon_f d_f,$$

5. При среднем напряжении 0,15 МПа в промерзшем слое коэффициент морозного пучения супеси дресвяной твердой составляет:

$$\varepsilon_{f,p} = [\alpha w (\rho_d / \rho_w) - \beta - \psi \sigma] \gamma_t \chi,$$

6. Величина угла внутреннего трения при оттаивании промерзшей супеси дресвяной твердой для рассматриваемых условий рассчитывается по формуле в соответствии с таблицами 2.6 и 2.7:

$$\varphi_{th} = \varphi / \gamma_{g(\varphi)th} \gamma_{m,f}$$

7. Величина удельного сцепления при оттаивании промерзшей супеси дресвяной твердой для рассматриваемых определяется по формуле в соответствии с таблицами 2.7 и 2.8:

$$c_{th} = c / \gamma_{g(c)th} \gamma_{m,f}$$

Расчет характеристик морозоопасных свойств грунтов представлен на листе 5 графических приложений.

2.5 Гидрогеологические условия

На период изысканий грунтовые воды в пределах площадки не встречены. Но в теплый период года, во время интенсивных дождей и снеготаяния, на площадке изысканий можно ожидать появления грунтовых вод типа «верховодка». Водовмещающими будут являться грунты слоя сезонного оттаивания-промерзания. Водупором – менее трещиноватые грунты скального массива. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и таяния сезонно-мерзлых грунтов, разгрузка – в места понижения рельефа, в выемки и котлованы.

2.6 Геокриологические условия

В геокриологическом отношении площадка расположена в зоне островного развития многолетнемерзлых пород и сложена как вечномёрзлыми, так и талыми грунтами.

Глубина сезонного оттаивания зависит от многих факторов (летняя температура воздуха, растительный и моховой покров, влажность и литологический состав грунтов зоны аэрации и т.п.). Глубина СТС по данным проходки шурфов и геотермических наблюдений колеблется от 0,8 до 3,5 м. Максимальные глубины оттаивания фиксируются на водоразделах, а минимальные – на заторфованных участках склонов и долин.

Слой годовых теплооборотов (ГТ) ограничивается глубиной, на которой температура в течение года остаётся практически постоянной. Значение температуры на этой глубине соответствует среднегодовой температуре горных пород. Глубина слоя годовых теплооборотов значительно увеличивается в интенсивно трещиноватых породах, где развит конвективный теплоперенос.

2.7 Геологические процессы и явления на участке

Развитие современных экзогенных геологических процессов и явлений определяется всем комплексом природных условий, но при ведущей роли континентального климата, низкогорного рельефа поверхности,

преобладания скальных и полускальных пород и локального распространения участков многолетнемерзлых толщ. С достаточной степенью условности все экзогенные геологические процессы и явления (ЭГПЯ) можно объединить в следующие группы: процессы выветривания, склоновые процессы, геокриологические процессы и явления. На исследуемом участке наблюдаются только геокриологические процессы и явления такие как морозное пучение пород.

Морозное пучение пород на рассматриваемой территории является одним из самых распространённых геокриологических процессов. В результате его развития в разных геокриологических обстановках происходит образование бугров пучения, пятен-медальонов, каменных котлов и многоугольников и др. процесс пучения сопровождается интенсивной перестройкой микрорельефа поверхности. Одной из форм этого процесса является выпучивание каменного материала, что приводит к морозной сортировке по крупности материала рыхлых образований и отложений.

Из основных проявлений пучения в рельефе наиболее распространёнными являются миграционные бугры пучения. Они формируются при ведущем участии миграции влаги к фронту промерзания под действием градиента температуры и влажности. Размеры бугров пучения на рассматриваемой территории невелики: высота их редко превышает 0,3-0,5 м при площади основания от 2×1,5 м до 3×5 м. Для криогенного строения миграционных бугров пучения характерны слоистые и линзовидно-слоистые криогенные текстуры при объёмной влажности 60-80 %. Все бугры пучения на исследованной территории являются сезонными, к концу летнего периода они полностью оттаивают и нивелируются с окружающими поверхностями.

Одной из разновидностей морозного пучения грунтов является общее сезонное пучение рыхлых грунтов в процессе их промерзания. Типичный и часто встречаемый на рассматриваемом отрезке процесс.

2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценивая закономерности развития экзогенных геологических процессов и явлений на территории рассматриваемого месторождения, необходимо отметить, что район работ находится на территории склонной к развитию и активизации большого числа неблагоприятных процессов и явлений, связанных с наличием многолетней мерзлоты. Важнейшим из этих процессов является, морозное пучение грунтов.

Криогенное пучение грунтов развито чрезвычайно слабо вследствие преобладания в днищах долин талых пород, а также отсутствия достаточно представительных толщ рыхлых дисперсных отложений;

На исследуемой площадке из вышеперечисленных процессов и явлений отмечено морозное выпучивание крупнообломочного материала.

Категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности факторов, указанных в приложение СП 11-105-97 часть IV [62].

Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

По совокупности факторов инженерно-геологические условия площадки проектирования относится ко II (средняя) категории сложности.

По материалам сейсмологических и инженерно-геофизических исследований, средние значения уточненного уровня сейсмической

опасности для грунтов второй категории и карты ОСР-97-В по площадке строительства составляют 6,77 баллов.

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

Основным видом инженерно-геокриологического прогноза на данном этапе освоения территории является общий геокриологический прогноз особенностей формирования инженерно-геокриологических условий и развития или активизации различных инженерно-геологических процессов в результате техногенного нарушения естественных напочвенных покровов – снега и растительности. Указанные нарушения особенно характерны для строительства сооружений, создания карьеров, отвалов, дорог, когда техногенные воздействия реализуются на значительных площадях и связаны в основном с движением и функционированием тяжелой техники. В результате происходит уплотнение или удаление снежного покрова и частичное или полное уничтожение напочвенного растительного покрова.

Оба этих покрова в значительной мере определяют условия теплообмена грунтов с внешней средой, и их нарушение сопровождается изменением основных геокриологических характеристик – среднегодовой температуры пород и мощности слоя сезонного оттаивания (промерзания), а в определенных условиях может приводить и к смене физического состояния (талое – мерзлое) пород.

Такие изменения не могут не сказаться на характере развития различных инженерно-геологических процессов, существующих на рассматриваемой территории. В некоторых случаях, помимо активизации существующих процессов, вероятно возникновение и развитие новых, ранее не происходивших в рассматриваемых условиях процессов.

Так, уничтожение снежного покрова, выполняющего функцию сезонного (только в зимнее время) теплоизолятора пород от атмосферы, приводит к резкому понижению среднегодовой температуры за счет

сильного зимнего выхолаживания приповерхностных слоев пород. Одновременно с понижением среднегодовой температуры происходит существенное увеличение амплитуд изменений температуры пород в годовом разрезе. В свою очередь, общей закономерностью при понижении температур пород в результате снятия снежного покрова является уменьшение глубины сезонного оттаивания на участках развития многолетнемерзлых пород (ММП).

Нарушение и удаление растительного покрова приводит к двум важным геокриологическим последствиям – повышению среднегодовой температуры пород и резкому, иногда в разы, увеличению глубины сезонного оттаивания пород.

Указанные изменения геокриологической обстановки необходимо учитывать при проектировании любых видов инженерных сооружений (зданий, дорог, карьеров и отвалов и пр.), однако оценка условий взаимодействия инженерных сооружений с многолетнемерзлыми породами является задачей специального инженерно-геокриологического прогноза. Его выполнение возможно лишь при задании всех характеристик конкретного объекта – местоположения, размеров и конфигурации, условий и уровня тепловыделения и др.

В то же время, на основе общего геокриологического прогноза возможна качественная оценка развития инженерно-геокриологических процессов, которые могут существенно осложнить условия освоения исследуемой территории. В основе такой оценки лежат причинно-следственные связи между воздействием покровов на геокриологические характеристики (среднегодовая температура пород, глубина сезонного оттаивания-промерзания, годовые амплитуды колебаний температур пород, их льдистость и влажность и др.) и инженерно-геокриологическими параметрами среды и развивающимися криогенными процессами.

Так, при снятии или уплотнении снежного покрова (при сохранении всех прочих параметров природной среды) криогенные процессы,

непосредственно зависящие от мощности слоя сезонного оттаивания пород (СТС) (сезонное пучение,), должны затухать.

При нарушении растительного покрова при повышении среднегодовой температуры пород и резком увеличении глубины сезонного оттаивания пород возможна активизация или новообразование целого ряда криогенных инженерно-геологических процессов.

При наличии напочвенного растительного покрова, выполняющего роль теплоизоляционного покрытия, отепляющее воздействие снега при прочих равных условиях заметно уменьшается. Это связано с существенным уменьшением теплооборота – т.е. количества тепла, ежегодно поступающего из атмосферы в породы и, соответственно, выходящего из пород в зимний период. Отепляющее влияние снега напрямую связано с указанным уровнем теплообмена пород с внешней средой и падает с уменьшением последнего. Так, повышение мощности снега на каждые 10 см при наличии моховой подушки мощностью 0.2 м приводит к повышению температуры пород на $1,25^{\circ}\text{C}$, при этом критическая мощность снежного покрова составляет порядка 0,6 м.

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

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

На территории проектируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства двухэтажного общежития и спортивного зала. Проведение инженерно-геологических изысканий планируется в неблагоприятный период года, а точнее в ноябре.

В соответствии с техническим заданием приводится техническая характеристика проектируемых зданий (таблица 3.1).

Таблица 3.1. – Техническая характеристика сооружений

Наименование сооружения	Этажность	Габариты (длина, ширина), км	Тип фундамента	Чувствительность к неравномерным осадкам	Уровень ответственности	Нагрузка на фундамент, кПа	Предполагаемая глубина заложения фундамента, м
Общежитие двухэтажное с проветриваемым подпольем	2	42,0 х 14,0	Буроопускные железобетонные сваи 25*25 см;	Нечувствительно	II	-	-
Спортивный зал (отапливаемый)	1	48,0 х 30,0	Ленточный (монолитная железобетонная фундаментная плита)	Чувствительно	II	100	2

Согласно СП 25.13330.2012 пункт 6.1.3 строительство общежития и спортивного зала проектировать по принципу II, т.е. многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения) [68].

Строительство необходимо проектировать по принципу II, потому что в основании залегают скальные и полускальные грунты, деформация которых при оттаивании не превышают предельно допустимых значений для проектируемого сооружения, при несплошном распространении многолетнемерзлых грунтов.

По совокупности условий исследуемая территория в отношении строительства относится ко II категории сложности. Район работ находится в зоне распространения многолетнемерзлых 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 [68].

При строительстве общежития в связи со сложными инженерно-геологическими условиями и высокими нагрузками на основание фундамента, предполагается применение искусственного основания из буронабивных железобетонных свай-стоек сечением 25х25 см.

По СП 24.13330.2011 к сваям-стойкам следует относить сваи всех видов, опирающиеся на скальные грунты и передающие нагрузку на основание преимущественно по пяте сваи [67].

Учитывая отметку роста (0,6м), глубину погружения свай до опорного горизонта и 2,0м (заглубление скважин в малосжимаемый грунт) длина свай должна составлять 6 м (по СП 11-105-97 часть IV) [62]. Планируется подсыпка, с целью выполаживания склона.

При строительстве спортивного зала, предполагается применение ленточного (монолитная железобетонная фундаментальная плита) фундамента.

После того как установлено местоположение спортивного зала и определены его основные конструктивные особенности, а также режим эксплуатации проводятся инженерно-геологические изыскания в пределах *сферы взаимодействия* проектируемого сооружения с геологической средой.

Сфера взаимодействия геологической среды с сооружением – это подстилающая (вмещающая) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы.

Сферу взаимодействия необходимо определять, потому что в результате взаимодействия сооружения с геологической средой происходит: изменение температурного состояния грунта; изменение влажностного состояния; напряженного состояния грунта.

Границы сферы взаимодействия зависят как от свойств геологической среды, так и от характера проектируемой деятельности (назначение, тип, конструкция, методы строительства и эксплуатации сооружения). Они определяются расчетами.

Границы сферы взаимодействия сооружения с геологической средой определяют площадь и глубину проведения инженерно-геологических изысканий, а в конечном итоге – объемы и методы выполнения работ.

Сфера взаимодействия может быть определена, когда:

1. определено точное местоположение проектируемого сооружения;
2. разработаны его конструкция и режим его эксплуатации (таблица 3.1);
3. выявлены и изучено геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

По площади сфера взаимодействия составит:

$$S = 48 \times 30 \text{ м}^2$$

В связи с тем, что грунты находятся в пластичномерзлом состоянии и в дальнейшем расчеты будут проводиться по II принципу, т.е с оттаиванием грунтов, фундамент общежития будет представлять собой сваи стойки, а под спортзал планируется заложение ленточного фундамента. Так как грунты трещиноватые и ослабленные расчеты будут проводиться по деформации,

расчеты по несущей способности проводятся только в границах условного фундамента и в подстилающих грунтах (лист 3).

Таблица 3.2 – Необходимые показатели физико-механических свойств грунтов для расчета основания общежития

Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств грунтов	Вид показателя	Цель определения
3	R – расчетное сопротивление	нормативный	Расчет несущей способности
1,2,3	ρ – плотность	нормативный	Действие касательных сил морозного пучения
1	τ_{fh} – удельная касательная сила пучения	нормативный	
1	ρ_{fh} – удельное нормальное давление	нормативный	

Таблица 3.3 – Необходимые показатели физико-механических свойств грунтов для расчета основания спортивного зала

Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств грунтов	Вид показателя	Цель определения
1,2	ρ – плотность	нормативный	Расчет осадки
	E – модуль деформации	нормативный	
	A_{th} – коэффициент оттаивания	нормативный	
	m_f – коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта	нормативный	
1,2	C – удельное сцепление	нормативный	Расчет несущей способности
	φ – угол внутреннего трения	нормативный	
	ρ – плотность	нормативный	
	I_L – показатель текучести	нормативный	

Продолжение таблицы 3.3

1	efh – относительная деформация морозного пучения	нормативный	Действие нормальных сил морозного пучения
1	ρfh – удельное нормальное давление	нормативный	

Физические и деформационно-прочностные характеристики многолетнемерзлых грунтов, которые необходимы для расчета оснований и фундаментов следует определять на основании их полевых или лабораторных испытаний.

3.2 Обоснование видов и объёмов проектируемых работ

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

1) подготовительный (выполняются работы организационно-методического и организационно-технического содержания, конечной целью которого является составление программы инженерно-геологическим изысканий и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей);

2) период выполнения основных объемов работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий (охватывает время выполнения буровых, лабораторных и других видов работ. В течение этого периода ведется камеральная обработка полученных данных);

3) заключительный период (обрабатываются полученные материалы, и составляется инженерно-геологический отчет).

Основное содержание геолого-методической части программы сводится к обоснованию видов и объемов необходимых работ и методов их проведения.

В комплексе работ при инженерно-геологических изысканиях включены, в соответствии с СП 11.105. 97. Часть IV [62]:

- сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет;
- инженерно-геологическая рекогносцировка;

- топогеодезические работы
- проходка горных выработок (буровые работы);
- термометрические наблюдения
- инженерно-геологическое опробование;
- полевые опытные работы;
- лабораторные исследования грунтов;
- камеральная обработка материалов.

Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет

Сбор и обработку материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнить при инженерно-геологических изысканиях для каждого этапа (стадии) разработки предпроектной и проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе.

Сбору и обработке подлежат материалы:

- инженерно-геологические изыскания прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения
- геолого-съёмочные работы, материалы инженерно-геологического картирования, региональных исследований, режимных наблюдений и др.;
- научно-исследовательских работ и научно-технической литературы.

Все имеющиеся материалы изысканий прошлых лет должны использоваться для отслеживания динамики изменения геологической среды под влиянием техногенных воздействий.

Топогеодезические работы

Топогеодезические работы проводятся с целью привязки горных выработок, а так же для создания топографического плана масштаба 1:1000. Проектом предусмотрено привязка 6 скважин и 1 шурфа. В конце геодезических изысканий составляется план, на котором показано плановое и

высотное положения сооружений и данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе в масштабе 1:1000 [12].

Рекогносцировочное обследование и маршрутные наблюдения

Для разработки проектной и рабочей документации на объекте, предусматривается проведение инженерно-геологической рекогносцировки с целью описания границ геоморфологических элементов, рельефа, растительности, неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, временных водотоков, выхода ключей и т. д. Категория сложности инженерно-геологических условий II.

В задачу рекогносцировочного обследования и маршрутных наблюдений входит:

- фиксация всех пересечений рек, дорог, оврагов, балок, каналов, болот, участков многолетнемерзлых пород (ММП) и других препятствий;
- описание рельефа местности и геоморфологических условий участка, а также описания геологических и инженерно-геологических процессов;
- описание естественных и искусственных обнажений горных пород;
- фиксация выходов подземных вод (родники, мочажины и т.п.) и других водопоявлений;
- описание геоботанических индикаторов геологических и гидрогеологических условий.

На участках проявления геологических, инженерно-геологических (в том числе криогенных) процессов выполняется их описание с оценкой площади поражения и активности.

По результатам инженерно-геологической рекогносцировки уточняются места бурения и вносятся необходимые уточнения, изменения и дополнения.

Буровые работы

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- 1) изучения геологического строения,

- 2) отбора образцов грунтов для определения их свойства, состояния и свойств.

Способы бурения скважин, намечаемые в программе изысканий должны обеспечивать высокую эффективность бурения, необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0,25-0,50 м), а также возможность изучения состава, состояния, свойств грунтов, и их текстурных особенностей.

Согласно СП 25.13330.2012 пункт 6.1.3 Строительство общежития и спортивного зала проектировать по принципу II, то есть многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения). В качестве основания для фундамента общежития рекомендуется использовать гранито-гнейсо-гнейсы прочные ИГЭ-3, для фундамента спортивного зала ИГЭ-2 гранито-гнейсо-гнейсы очень низкой прочности [28].

Глубину горных выработок при изысканиях для зданий и сооружений необходимо назначать в зависимости от типов фундаментов, состояния, состава, температуры, льдистости грунтов и принципов использования их в качестве оснований: свайных и ленточных фундаментов – по таблице 8.2 СП 11-105-97 часть IV [62].

Согласно таблице, при свайном фундаменте, глубина горной выработки 5 м глубже нижнего торца свай, но не менее 5 м ниже расчетной глубины оттаивания грунтов основания. Если в пределах глубин, указанных в таблице, залегают скальные грунты (морозные, слабольшедистые), то горные выработки необходимо проходить на 2-3 м ниже кровли слабовыветрелых грунтов или подошвы фундамента при его заложении на скальный грунт – по примечанию 3, пункт 8.5 СП 11-105-97 часть IV [62]. Таким образом, при строительстве общежития глубина горной выработки составляет 8 м.

При ленточном фундаменте, глубина горной выработки 10-12 м от подошвы фундамента, но не менее 5 м ниже расчетной глубины оттаивания грунтов оснований.

Глубину выработок при изысканиях под здания и сооружения, проектируемые по второму принципу, следует корректировать исходя из мощности сжимаемой толщи грунтов, предусмотренной проектом. В этом случае глубина выработок должна быть глубже подошвы сжимаемой толщи на 3-5 м – по примечанию 2, пункт 8.5 СП 11-105-97 часть IV [62].

Для наблюдения за температурным режимом грунтов проектируется 2 скважины под строительство общежития глубиной до 10,0 м, а под строительство спортзала глубиной до 12,0 м, которые необходимо оборудовать для замера температуры грунтов в соответствии с ГОСТ 25358-2012 [18]. Измерения температуры проводить после «выстойки» скважин, прибором БПИ-ТП, интервал между датчиками 1м.

Горные выработки следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений, в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах различных геоморфологических элементов (СП 11–105–97 часть IV (п.8.4)) [62]. Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с таблицей 3.4 (СП 11–105–97 часть IV таблица 8.1) [62].

Таблица 3.4 – Расстояние между горными выработками в зависимости от категории сложности условий [62]

Категория сложности инженерно-геокриологических условий	Расстояние между горными выработками для зданий и сооружений I и II уровней ответственности, м	
	I	II
I	40-30	50-40
II	25-20	30-25
III	15-10	20-15

В соответствии с указаниями СП 11–105–97 часть IV (п.8.4) [62], для проектируемых зданий II уровня ответственности и II категории сложности, расстояние между горными выработками не должно превышать 30-25 м и располагаться по контурам здания. Общее количество горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее трех. Составим схемы расположения скважин в пределах проектируемых зданий:

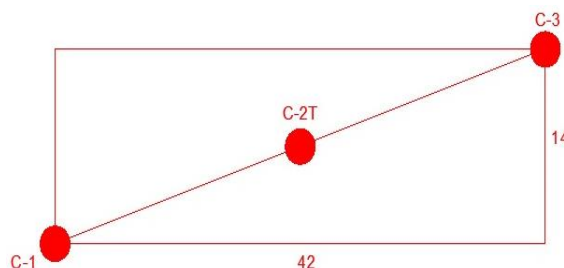


Рисунок 3.1. Схема расположения горных выработок по оси проектируемого общежития

Общежитие имеет габариты, в метрах – 42х14 м, расстояние между горными выработками не превысит 30 м и расстояние между скважинами составит 22 м.

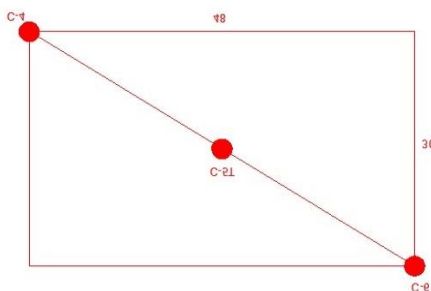


Рисунок 3.2. Схема расположения горных выработок по оси проектируемого спортивного зала

Так как спортивный зал имеет габариты, в метрах – 48х30 м, то расстояние между горными выработками не превысит 30 м и расстояние между скважинами составит 28 м.

Инженерно-геологическое опробование

Опробование включает: методы установления объемов работ, параметров СППИНФа; отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов (ГОСТ 12071-2014), выполнение лабораторных или полевых исследований по изучению состава и свойств пород, получение и обработка результатов [9].

Числовой характеристикой плотности точек опробования являются интервал (расстояние между точками определения показателей свойств грунта по вертикали) и шаг (расстояние между точками определения показателей свойств грунта по горизонтали) опробования.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$$n = \frac{H_{\text{ср}}}{N_{\text{опт}}} \cdot \text{количество скважин} \quad (3.1)$$

где n – интервал опробования, м

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

$N_{\text{опт}}$ – необходимое количество образцов.

Согласно требованиям СП 11-105-97 часть IV(п.7.16) [62]. Виды лабораторных исследований и количество образцов грунтов следует устанавливать соответствующими расчетами в программе изысканий для каждого характерного слоя (инженерно-геокриологического элемента) в зависимости от требуемой точности определения их свойств, степени

неоднородности грунтов (по составу и криогенному строению) и уровня ответственности проектируемого объекта (с учетом результатов ранее выполненных изысканий в данном районе).

Для определения количества образцов используем нормативный метод. Согласно СП 47.13330.2012 п.8.19 [59] необходимо обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу 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 выше приведенных данных в таблице 3.4 приведено количество необходимых определений для строительства общежития, а в таблице 3.5 для строительства спортивного зала.

Таблица 3.5 – Необходимое количество частных значений характеристик грунта при строительстве общежития

ИГЭ	Суммарная влажность $W_{(tot)}$, %	Влажность на границе текучести W_L , %	Влажность на границе раскатывания W_p , %	Гранулометрический состав	Плотность ρ , г/см ³	Плотность частиц ρ_s , г/см ³	Удельная касательная сила пучения τ_{fh} , кПа	Относительная деформация морозного пучения e_{fh} , кПа	Временное сопротивление сжатию Режат, МПа		Монолит
									В сухом состоянии	В водонасыщенном состоянии	
ИГЭ-1 супесь дресвяная твердая	10	10	10	10	10	10	6	6	-	-	10
ИГЭ-2 гранито-гнейсо-гнейс очень низкой прочности с твердым супесчаным заполнителем	10	10	10	10	10	10	-		-	-	10
ИГЭ-3 гранито-гнейс прочный	10	-	-	-	10		-		6	6	10

Таблица 3.6 – Необходимое количество частных значений характеристик грунта при строительстве спортивного зала

ИГЭ	Суммарная влажность $W_{(tot)}$, %	Влажность на границе текучести W_L , %	Влажность на границе раскатывания W_p , %	Гранулометрический состав	Плотность ρ , г/см ³	Плотность частиц ρ_s , г/см ³	Модуль деформации E_f , МПа	Удельное сцепление C , МПа ; Угол внутреннего трения ϕ	Коэффициент оттаивания A_{th} , д.е Коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта m_f , д.ед.	Удельная касательная сила пучения τ_{fh} , кПа	Относительная деформация морозного пучения efh , кПа	Удельное нормальное давление, p_{fh}	Монолит
ИГЭ-1 супесь древяная твердая	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	6	6	10
ИГЭ-2 гранито- гнейсо- гнейс очень низкой прочности с твердым супесчаным заполнителем	10	10	10	10	10	10	6	6	-	-	-	-	10

Примечание: грунты планируется отбирать в мерзлом состоянии в неблагоприятный период.

Зная необходимое количество образцов, рассчитываем интервал опробования для каждого ИГЭ для общежития:

$$n = \frac{2,1}{10} * 3 = 0,6_{м} \quad (\text{ИГЭ} - 1),$$

$$n = \frac{1,7}{10} * 3 = 0,5_{м} \quad (\text{ИГЭ} 2),$$

$$n = \frac{4,8}{10} * 3 = 1,5_m \text{ (ИГЭ 3)}.$$

Рассчитываем интервал опробования для каждого ИГЭ для спортивного зала :

$$n = \frac{2,3}{10} * 3 = 0,69_m \text{ (ИГЭ – 1)},$$

$$n = \frac{9,7}{10} * 3 = 2,91_m \text{ (ИГЭ 2)},$$

Согласно СП 11-105-97 часть IV п.5.11 [62] для однородных по составу и криогенному строению слоев пробы грунта отбираются из кровли, середины и подошвы слоя, но не реже, чем через 1 м, но так как сооружения располагаются на небольшом расстоянии друг от друга и физические свойства грунтов практически не изменятся, достаточно будет запланированных объемов испытаний.

Лабораторные исследования грунтов

Лабораторные методы определения показателей свойств грунтов следует использовать для классификации грунтов в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [8], оценки их состава и физико-механические свойства.

Лабораторные испытания образцов грунта проводятся с сохранением естественного состояния грунта, в пластично-мерзлом состоянии.

Проектируются следующие лабораторные определения:

- определение гранулометрического состава;
- определение суммарной влажности;
- определение влажности на границе текучести
- определение влажности на границе раскатывания;
- определение плотности методом взвешивания в нейтральной жидкости;
- определение плотности частиц грунта;

- определение коррозионных свойств грунтов по отношению к бетону и железу;
- определение коррозионной активности грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля;
- химический анализ водной вытяжки;
- определение временного сопротивления сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии;
- определение удельной касательной силы морозного пучения;
- определение относительной деформации морозного пучения;
- определение удельного сцепления и угла внутреннего трения.

Объем лабораторных работ зависит от необходимого количества частных характеристик грунта. Количество отобранных в процессе изысканий образцов грунта должно быть не менее 6 для определения показателей механических свойств грунтов или не менее 10 – для определения показателей физических свойств по каждому основному литологическому слою (ИГЭ). На участках распространения ММП предусматриваются лабораторные исследования гранулометрического состава и физико-механических свойств грунтов, суммарной и грунтовой влажности, плотности согласно ГОСТ 12248-2010 [14].

На участках залегания скальных пород определить полный комплекс определений физических свойств и их механической прочности. Виды и объемы работ представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Единица измер.	Объем работ	Примечание
1. Полевые работы				
1.	Инженерно-геологическая рекогносцировка	м ²	450	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.	62	РСН 7488

Продолжение таблицы 3.7

4.	Проходка шурфа	п.м.	2,5	РСН 7488
5.	Испытание горячим штампом	опр.	6	ГОСТ 20276-2012
6.	Термонаблюдения в скважинах	т/мес.	2	ГОСТ 25358-2012
7.	Отбор монолитов нескальных грунтов	мон.	20	ГОСТ 12071-2014
8.	Отбор монолитов скальных грунтов из скважин	мон.	30	ГОСТ 12071-2014
2. Лабораторные работы				
1.	Определение гранулометрического состава	опр.	40	ГОСТ 12536-2014
2.	Определение суммарной влажности	опр.	50	ГОСТ 5180-2015
3.	Определение влажности на границе текучести	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
4.	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
5.	Определение плотности частиц грунта	опр.	50	ГОСТ 5180-2015
6.	Определение плотности грунта методом взвешивания в нейтральной жидкости	опр.	50	ГОСТ 5180-2015
7.	Определение временного сопротивления сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии при одноосном сжатии	опр.	12	ГОСТ 12248-2010
8.	Определение удельной касательной силы морозного пучения	опр.	6	ГОСТ Р 56726-2015
9.	Определение относительной деформации морозного пучения	опр.	6	ГОСТ 28622-2012
10.	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения методом сопротивления грунта срезу	опр.	12	ГОСТ 12248-2010
11.	Определение коррозионной активности грунтов по отношению к бетону и железу	опр.	6	СП 28.13330.2012
12.	Определение коррозионной активность грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	опр.	6	СП 28.13330.2012
13.	Химический анализ водной вытяжки	опр.	6	ГОСТ 26424-85
3. Камеральные работы				
1.	Составление технического отчета	отчет	1	ГОСТ 21.301-2014

Камеральная обработка

Камеральная обработка проектируется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. Главная задача камеральных работ является составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Отчета об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, графиков и т.д.;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов.

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Сбор и обработка материалов ранее выполненных работ

Сбору и обработке подлежат материалы:

- инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения
 - технические отчеты об инженерно-геологических изысканиях, гидрогеологических, геофизических и сейсмологических исследованиях, стационарных наблюдениях и другие данные, сосредоточенные в государственных и ведомственных фондах и архивах;
 - геолого-съёмочных работ (в частности, геологические карты наиболее крупных масштабов, имеющиеся для данной территории), инженерно-геологического картирования, региональных исследований, режимных наблюдений и др.;

- научно-исследовательских работ и научно-технической литературы, в которых обобщаются данные о природных и техногенных условиях территории и их компонентах и (или) приводятся результаты новых разработок по методике и технологии выполнения инженерно-геологических изысканий.

В состав материалов, подлежащих сбору и обработке, как правило, следует включать сведения о климате, гидрографической сети района исследований, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, геодинамических процессах, гидрогеологических условиях, геологических и инженерно-геологических процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории.

При изысканиях на застроенных (освоенных) территориях следует дополнительно собирать и сопоставлять имеющиеся топографические планы прошлых лет, в том числе составленные до начала строительства объекта, материалы по вертикальной планировке, инженерной подготовке и строительству подземных сооружений и подземной части зданий.

По результатам сбора, обработки и анализа материалов изысканий прошлых лет и других данных в программе изысканий и техническом отчете должна проводиться характеристика степени изученности инженерно-геологических условий исследуемой территории, и оценка возможности использования этих материалов, с учетом срока и давности, для решения соответствующих проектных задач.

3.3.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка

При проведении инженерно-геологической рекогносцировки ведется журнал инженерно-геологического обследования. В журнале ведется описание всех 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, инженерно-геологических (в том числе криогенных) процессов выполнять их описание с оценкой площади поражения и активности.

На участках развития многолетнемерзлых пород (ММП) выполнять полевое описание криогенного строения пород, геокриологических процессов (термокарст, морозное пучение, солифлюкция, курумы, наледи и т.д.).

По результатам инженерно-геологической рекогносцировки составить попикетное описание трассы.

3.3.3 Топогеодезические работы

Перед началом полевых инженерно-геологических работ производится инструментальный перенос в натуру проектируемых горных выработок, геофизических и других точек инженерных изысканий. В топографические работы будут включены: тахеометрическая съемка, которая позволяет определить положения точки местности как в плане, так и по высоте одним визированием трубой тахеометра на рейку с нанесенной на нее шкалой. Тахеометрическую съемку следует выполнять электронными или номограммными тахеометрами, которые позволяют автоматически получать превышения и горизонтальные проложения. В период завершения полевых работ проводится планово-высотная привязка скважин и других точек наблюдений. По результатам измерений и вычислений составляется список координат и высот геологических выработок. Создание планово-опорной сети, разбивка и привязка геологических выработок производится с определенных пунктов тахеометрическим методом с применением электронного тахеометра TRIMBLE M3 DR (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 Электронный тахеометр TRIMBLE M3 DR

Координаты и высоты статическим методом с использованием комплекта спутниковой навигационной аппаратуры TOPCON HiPer (рис. 3.4). Геодезические изыскания завершаются составлением топографической основы карты фактического материала, на которой будет показано плановое положение и высотные отметки точек инженерно – геологических исследований, а также контуры проектируемых сооружений.



*Рисунок 3.4 Комплект спутниковой навигационной аппаратуры
TOPCON HiPer*

3.3.4 Буровые работы

3.3.4.1 Геолого-технические условия бурения

Буровые скважины проходятся для изучения геологического разреза, отбора образцов грунта на лабораторные испытания, а также для постановки различного рода опытных работ. В данной работе проектом предусмотрено бурение под строительство общежития 2 скважин до глубины 8 п.м., 1 скважины до глубины 10 п.м, а под строительство спортивного зала 3 скважин до глубины 12 п.м. Так же проектом предусмотрено проходжение 1 шурфа 2,5х2,5 п.м. Шурф планируется проходить вручную. Общий метраж будет составлять 64,5 п.м.

После окончания работ изыскательских работ, все горные выработки должны быть ликвидированы, а на месте проходки горных выработок восстановлены естественные условия. Шурфы необходимо ликвидировать обратной засыпкой грунтов с трамбованием, скважины - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

Геологический разрез с поверхности до вскрытой глубины 10 метров представлен дресвяным грунтом с твердым супесчаным заполнителем, который залегает на глубине от 1.80 до 2.90 м, гранито-гнейсо-гнейсом очень низкой прочности с твердым супесчаным заполнителем до глубины от 1.80 до 10 м, на глубине от 3.40 до 5.0 метров залегает гранито-гнейсо-гнейс прочный.

Согласно классификации горных пород по буримости представленной в учебном пособии Б.М. Ребрика «Бурение инженерно-геологических скважин» грунты, которые слагают данный геологический разрез относятся к следующим категориям:

- супесь дресвяную к V категории по буримости;
- гранито-гнейсо-гнейс очень низкой прочности к VII категории по буримости;

- гранито-гнейсо-гнейс прочный к VIII категории по буримости;

Сложность инженерно-геологических условий на участке изысканий относится ко II категории, то есть инженерно-геологические условия средней сложности.

3.3.4.2 Выбор конструкции скважины

Конструкция скважин определяется: минимальным диаметром монолита, глубиной скважины и сложностью геологического разреза, способом, технологией и техникой бурения. По назначению скважины бывают зондировочные, разведочные, гидрогеологические и специального назначения. Исходя из задач, которые необходимо решить при бурении, а именно детально изучить геологический разрез, отобрать образцы грунта, изучить последовательность залегания слоев грунта, их мощность и положение контактов, структурных и текстурных особенностей грунта и т.д., скважины по назначению будут разведочными [1].

Выбор конструкции скважины определяется глубиной и диаметром скважины. В учебном пособии Ребрика М.Б. описаны три вида типовых скважин. Применительно к данному разрезу подходит тип II б. Конструкция скважины под общежитием имеет следующее строение: с поверхности и до глубины 3,0 метров диаметр скважины 132 мм, диаметр обсадных труб 127 мм; от 3,0 до 10 метров диаметр скважины 112 мм, а под спортзалом: с поверхности и до глубины 3,0 метров диаметр скважины 132 мм, диаметр обсадных труб 127 мм; от 3,0 до 12 метров диаметр скважины 112 мм

3.3.4.3 Выбор способа бурения

Вид и способ бурения выбирается в зависимости от свойств проходимых грунтов, глубины и назначения скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей. Выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность [2].

При проходке в мерзлых породах необходимо применять колонковое бурение с очисткой забоя сжатым воздухом.

Колонковый способ бурения с продувкой проводится в скважинах маленького 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 [1].

3.3.4.4 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 базе УРАЛ (рисунок 3.5). Техническая характеристика приведена в таблице 3.8.



Рисунок 3.5 Буровая установка УРБ-2А-2 на базе УРАЛ

Таблица 3.8–Техническая характеристика буровой установки УРБ-2А-2

Глубина бурения (м)	
- структурно-поисковых скважин с промывкой	300
- геофизических скважин	100
- с промывкой	30
- с продувкой	30
- шнеками	
Начальный диаметр бурения (мм)	190
Конечный диаметр бурения с промывкой (мм)	93
- структурно-поисковых скважин	118
- геофизических скважин	
Диаметр бурения с продувкой (мм)	118
Диаметр бурения шнеками (мм)	135
Частота вращения бурового снаряда, с ⁻¹	2,2; 3,55; 5,12
Грузоподъемность на элеваторе (кН)	51
Наибольший крутящий момент (Нм)	2010
Ход вращателя (мм)	5200
Скорость подъема бурового снаряда (м/с)	0,1-2,5
Габаритные размеры в транспортном положении (мм)	7850х2500х3300 (8080х2500х3500)*
Габаритные размеры в рабочем положении (мм)	7850х2500х8200 (8080х2500х8380)*
Масса установки (кг)	Не более 10 100 (13 800)*
Буровой насос НБ-50	
Наибольшая объемная подача бурового насоса (м ³ /с)	0,011
Наибольшее давление на выходе из бурового насоса (МПа)	6,3

Продолжение таблицы 3.8

Компрессор К-5А	
Производительность компрессора (м3/мин)	5
Наибольшее избыточное давление на выходе компрессора (МПа)	0,8

Породоразрушающим инструментом будут являться ребристые твердосплавные коронки типа CM5 диаметром 112 мм и 132 мм для пород V-VI категории по буримости и СА6 диаметром для пород VIII категории по буримости. Особенностью бурения этими буровыми коронками являются высокие механические скорости и, как следствие, образование большого количества крупного шлама.

В этих коронках на короночном кольце крепят (приваривают к наружной поверхности или в пазах торца) металлические ребра, которые обеспечивают большие зазоры между стенками скважины и колонковой трубы. стенками скважины и колонковой трубы.

Коронки армируют крупными пластинами твердого сплава, площадью сечения до 50-60 мм² при толщине до 10 мм, укрепленными на ребрах, а также непосредственно на корпусе коронок; отдельные типы коронок имеют ступенчатый забой.

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, обеспечения промывки или продувки её забоя, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины.

Применяем легкосплавные бурильные трубы муфтово-замкового соединения с наружным диаметром 54 мм длиной 2000 мм.

Кроме того, как уже отмечалось выше для закрепления стенок скважин будут использоваться обсадные трубы. В данном случае будут использоваться обсадные трубы с диаметром 127 мм до глубины 3 м с поверхности.

3.3.4.5 Технология бурения скважин

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

Диаметр бурильных труб нужно 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. Частоту вращения снаряда поддерживают в пределах до 120-280 об/мин, 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%.

3.3.5 Опробование грунта

Опробование грунта – это комплекс работ, который дает возможность получить обобщенные показатели состава, свойств и состояния массива пород с заданной точностью и надежностью, отвечающей степени изученности пород, стадии исследования и классу сооружений.

Отбор образцов горных пород с ненарушенным сложением из разведочных выработок является составной частью опробования [9].

Способ отбора образцов мерзлых пород 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 многолетнемерзлых грунтов из горных выработок и естественных обнажений, а также их упаковку, доставку в лабораторию и хранение следует производить в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [9]. Транспортировка образцов многолетнемерзлых грунтов должна осуществляться в изотермических контейнерах, конструкция которых обеспечивает сохранение грунтов в мерзлом состоянии.

Отбор образцов

Состав и состояние грунтов площадки в зоне взаимодействия зданий и сооружений с грунтовым массивом устанавливается путем проведения лабораторных анализов проб, отобранных в процессе бурения.

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 20522-2012 [12].

Упаковка образцов

На этикетке должно быть указано:

- наименование организации, которая проводит изыскания;
- наименование объекта (участка);
- наименование выработки и ее номер;
- номер образца;
- глубина отбора образца;
- краткое (визуальное) описание грунта;
- должность и фамилия лица, проводящего отбор образцов, а также его подпись;
- дата отбора образца.

Этикетки должны заполняться простым графитовым карандашом, чтобы исключить возможность обесцвечивания или расплывания записей.

Монолиты мерзлых грунтов необходимо укладывать 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.

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

В качестве заполнителя используют сухие (для монолитов мерзлого грунта) древесные опилки, стружку 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, и снабдить надписями "Верх", "Хрупкое" или "Не бросать" (особенно если перевозят сторонние организации), а также адресами получателя и отправителя [9].

Транспортирование и хранение образцов

При транспортировании монолиты грунта при не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям.

Монолиты мерзлых грунтов необходимо транспортировать 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 следует использовать транспорт, который оборудован морозильной камерой.

Упакованные монолиты мерзлого грунта должны храниться в морозильных ларях и камерах при температуре не выше минус 3°C.

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

3.3.6. Полевые испытания

3.3.6.1 Термонаблюдения в скважинах

Полевые измерения температуры грунтов должны проводиться по программе, соответствующей требованиям ГОСТ 25358-2012 [18], в целях:

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

Для изучения геокриологических условий проектируется оборудовать 2 скважины. Проектируется скважина глубиной 10,0 м для замера температуры грунтов под строительство общежития, и скважина глубиной 12,0 м для замера температуры грунтов под строительство спортивного зала. Скважины необходимо оборудовать в соответствии с ГОСТ 25358-2012 [18]. Измерения температуры проводить после 12-дневной выстойки скважины, прибором БПИ-ТП с термокосой, интервал между датчиками 1-2,5 м.

3.3.6.2 Испытания грунтов горячим штампом

Испытания грунтов горячим штампом должны проводиться в соответствии с ГОСТ 20276-2012[10], с целью определения характеристик деформируемости мерзлого грунта, таких как: коэффициента оттаивания A_{th} , коэффициента сжимаемости m_f , модуля деформации E .

Характеристики определяют по результатам нагружения грунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки (открытой или подземной) или непосредственно на поверхности грунта с помощью штампа с внутренним обогревом. Результаты испытания оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки.

3.3.7 Лабораторные работы

После окончания полевых работ проводятся лабораторные исследования. Выбор вида и состава определений характеристик грунтов производится в соответствии с видом грунта, этапа изысканий, характера проектируемого здания, а также прогнозируемых изменений инженерно-геологических условий по СП 11–105–97 часть IV [62] и СП 47.13330.2012 [59]. Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100–2011 [8], определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов [14]. Лабораторные работы выполняются в аккредитованной грунтовой лаборатории на сертифицированных приборах.

Определение гранулометрического состава грунта

Гранулометрический состав определяют ситовым методом [15] с последующей классификацией грунтов согласно ГОСТ 25100–2011 [8].

Определение суммарной влажности мерзлого грунта

Влажность рассчитывают как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта в соответствии с ГОСТ 5180-2015 [11].

Определение влажности на границе текучести

Граница текучести определяется как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансировочный конус Васильева погружается под действием собственного веса за 5 секунд на глубину 10 мм.

Определение влажности на границе раскатывания

Границу раскатывания (пластичности) следует определять согласно ГОСТ 5180-2015, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3–10 мм [11].

Определение плотности мерзлого грунта методом взвешивания в нейтральной жидкости

В соответствии с ГОСТ 5180-2015, плотность мерзлых грунтов определяется методом взвешивания в нейтральной жидкости. Определяют плотность нейтральной жидкости ареометром при температуре испытания. Образец грунта и нейтральная жидкость должны иметь отрицательную температуру [11].

Определение плотности частиц грунта

Плотность частиц грунта определяется отношением массы частиц грунта к их объему по ГОСТ 5180-2015. Для определения плотности частиц грунта используется пикнометрический метод [11].

Пикнометр взвешивается с налитой до отметки водой, потом взвешивают вместе с грунтом, затем кипятят на песчаной бане 30 минут. Далее его охлаждают, добавляют воды по нижнему краю мениска и опять взвешивают. Затем на основании вычисленных данных определяется удельный вес.

Определение коррозионных свойств грунта по отношению

Для определения коррозионной активности грунтов к бетону и железу предусматривается определения химического состава водной вытяжки из грунтов, согласно ГОСТ 9.602-2016 [13] по следующим показателям: pH; HCO₃; Cl; SO₄; Mg; Ca; Na; K.

При выполнении лабораторных работ ведутся журналы согласно ГОСТ 5180-2015 [11], ГОСТ 12248-2010 [14], ГОСТ 9.602-2016 [13].

Для проведения анализа готовятся вытяжки из почвы (ГОСТ 26424-85). Для анализа используют фильтраты вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-85. 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 pH конечной точки титрования, равное 8,3. Включают магнитную мешалку, pH-метр и блок автоматического титрования. Когда показания pH-метра установятся, открывают кран бюретки, титруют пробу до pH 8,3 и регистрируют расход кислоты. Затем задают на блоке автоматического титрования значение pH 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 pH контролируют с помощью pH-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 (pH 8,3). Затем прибавляют 1 каплю раствора метилового оранжевого и титруют раствор до перехода окраски от желтой к оранжевой (pH 4,4).

Для установления коррозионной активности грунта по отношению к алюминиевой и свинцовой оболочке, а также по отношению к бетону и железу будет применяться прибор АКАГ (рисунок 3.6), называемый в дальнейшем как анализатор коррозионной активности. Анализатор назначен для работы как в лабораторных, так и в полевых условиях. Отличительной функцией его является в определении количественной и качественной оценки коррозионной активности грунта по отношению к алюминиевой и

свинцовой оболочке, бетону и железу, в соответствии с СП 28.13330.2012 [72], защита от коррозии строительных конструкций ГОСТ 9.602-2016 [13].



Рисунок 3.6 Анализатор коррозионной активности АКАГ фирмы «Квазар»

Метод определения удельной касательной силы морозного пучения

Удельная касательная сила морозного пучения и определяется в соответствии с ГОСТ Р 56726-2015.

Образец грунта, смороженный с образцом материала фундамента вставляется в испытательное устройство (рисунок 3.7). Плоскость смерзания должна располагаться в зазоре между подвижной и неподвижной частями устройства, составляющем 1 —2 мм. К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нормальную нагрузку, выдерживают не менее 5 мин и затем включают срезающую нагрузку. Значение нормального давления, при котором проводят испытание, назначают в зависимости от напряженного состояния грунтового массива с учетом глубины залегания образца или определяют в программе испытаний. При отсутствии данных это давление принимают равным 0.05 МПа.

Прикладывается нагрузка, обеспечивающая перемещение образца фундамента относительно образца грунта с постоянной скоростью в диапазоне 10—20 мм/сут. Испытания проводят при трех значениях температур, равных: минус 1 °С, минус 2 °С, минус 6 °С.

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



Рисунок 3.7 Прибор одноплоскостного среза для испытания мерзлых грунтов фирмы «Геотек»

Метод определения относительной деформации морозного пучения

Метод определения относительной деформации морозного пучения проводится согласно ГОСТ 28622-2012 [16].

Образец грунта в обойме, смазанной внутри тонким слоем технического вазелина или покрытой слоем антифрикционного материала, 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, создавая давление;

- записывают начальные показания приборов.

Установку помещают в холодильную камеру и (или) устанавливают охлаждающий циркуляционный термостат и выдерживают при температуре $(1 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ не менее суток. В дальнейшем температуру в камере или термостате понижают. Температура на верхнем торце образца грунта должна составлять минус $(4 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$, для засоленных грунтов $(T_{bf} - 2,5) ^\circ\text{C}$, где T_{bf} – температура начала замерзания исследуемого грунта.

Включают автоматизированную систему для поддержания положительной температуры воды в поддоне, равной $(2 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$.

В ходе испытания через каждые 12 ч снимают 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 прекращают при промораживании образца грунта до глубины 100 мм.

Сразу после окончания испытания образец грунта извлекают из обоймы, разрезают вдоль вертикальной оси, измеряют фактическую толщину промерзшего слоя (за исключением зоны пластично-мерзлого грунта) и описывают его криогенную текстуру.



Рисунок 3.8 Испытательный комплекс АСИС «Криология» фирмы «Геотек»

Метод одноосного сжатия

Испытание мерзлого грунта методом одноосного сжатия проводят для определения следующих характеристик прочности и деформируемости: предела прочности на одноосное сжатие R_c , R_{oc} , модуля линейной деформации E , коэффициента поперечного расширения, коэффициента нелинейной деформации A , коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов, льдов, для песков (кроме гравелистых и сыпучемерзлых) и глинистых грунтов ψ .

Испытания грунтов на одноосное сжатие выполнять прибором АСИС (рисунок 3.8). Приспособление на одноосное сжатие предназначено для испытаний образцов полускальных и скальных грунтов по ГОСТ 12248-2010 [14].

При проведении испытаний приспособление обеспечивает возможность измерения вертикальных и поперечных деформаций.



*Рисунок 3.8 Автоматизированный испытательный комплекс АСИС
одноосного сжатия для скальных грунтов фирмы «Геотек»*

Метод одноплоскостного среза

Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: угла внутреннего трения φ и удельного сцепления c для песков, глинистых и органоминеральных грунтов в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [14].

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части горизонтальной нагрузкой при предварительном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Сопротивление грунта срезу определяют, как предельное касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения частных характеристик φ и c необходимо провести не менее трех испытаний идентичных образцов при различных значениях нормального напряжения.

Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированно-дренированный (медленный) срез - для песков, глинистых и

органоминеральных грунтов независимо от их коэффициента водонасыщения для определения эффективных значений ϕ' и c'

- неконсолидированный быстрый срез - для водонасыщенных глинистых и органо-минеральных грунтов, имеющих показатель текучести 0,5, и просадочных грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние замачиванием без приложения нагрузки, для определения ϕ и c в нестабилизированном состоянии.



Рисунок 3.9 Установка одноплоскостного среза фирмы «Геотек»

3.3.8 Камеральные работы

Камеральную обработку материалов необходимо выполнять в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СП 47.13330.2012 [59], ГОСТ 20522-2012 [12]. Чертежи оформляются с использованием программы «AutoCAD 2013», «Microsoft Office».

Камеральные работы следует осуществлять в процессе производства полевых работ (текущую, предварительную) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательную камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).

Текущая обработка материалов производится с целью обеспечения контроля за полнотой и качеством инженерно-геологических работ и своевременной корректировки программы изысканий в зависимости от полученных промежуточных результатов изыскательских работ.

В процессе текущей обработки материалов изысканий осуществляется систематизация записей маршрутных наблюдений, просмотр и проверка описаний горных выработок, разрезов естественных и искусственных обнажений, составление графиков обработки полевых исследований грунтов, каталогов и ведомостей горных выработок, образцов грунтов для лабораторных исследований, увязка между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ (горных, полевых исследований грунтов и др.), составление колонок (описаний) горных выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических и гидрогеологических карт и пояснительных записок к ним.

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 47.13330.2016 [59] предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

Результатом обработки данных полевых и лабораторных работ является инженерно-геологическое заключение с текстовыми и графическими приложениями, которые в соответствии с требованиями СП 11-105-97 [64], должны содержать:

- инженерно-геологические разрезы в масштабе – горизонтальный 1:200 и вертикальный 1:100;
- геолого-литологические колонки инженерно-геологических выработок с характеристиками грунтов;
- сводную ведомость показателей физико-механических свойств грунтов;
- отчет об инженерно-геологических изысканиях.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Таблица 4.1 – Общие сведения

1. Полное наименование объекта	Участок под строительство комплекса сооружений вахтового поселка.
2 Район, пункт, площадка строительства	Олекминский улус, Республика Саха (Якутия)
3 Вид строительства	Новое строительство
4 Цели и виды инженерных изысканий	Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка изысканий на стадии РД. Комплекс инженерных изысканий: геодезических, геологических, опытных работ проводится для принятия обоснованных конструктивных и строительных проектных решений, обусловленных природными факторами, влияющими на условия производства работ и дальнейшую эксплуатацию объекта на выбранном участке
5 Основание на производство инженерных изысканий	Задание на проектирование
6 Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства	Стадия рабочая документация.
7 Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях	Материалы инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий, инженерно-геодезических изысканий, выполненных ООО «Нерюнгростройизыскания»
8 Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности (по ГОСТ 27751-2014)	Общежитие и спортивный зал, сооружения II уровня ответственности

Продолжение таблицы 4.1

9 Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	СП 11-105-97 часть IV; СП 11-105-97 часть I; СП 47.13330.2012; и др. действующие нормативные документы
10 Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимых данных и характеристик при инженерных изысканиях для строительства	Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов следует устанавливать в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011 (при расчетах по деформациям – 0.85 и по несущей способности – 0.95)
11 Требования к отчетной документации	Состав и содержание технического отчета регламентируется СП 47.13330.2012. Форма предоставления отчетных материалов оговариваются в договорной документации

Объемы проектируемых работ

Для того, чтобы определить продолжительность проектируемых работ, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ по проекту и спланировать их параллельное или последовательное выполнение. В основе расчётов лежит сводная таблица видов и объемов работ (табл. 3.7).

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

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с ЕНВиР и ССН на изыскательские работы. Нормы на геологические работы определяются категорией сложности геологического строения участка работ и проходимости местности.

Подготовительный период

Данный вид работ производится для составления программы работ, сбора и обобщения материалов ранее проведенных исследований. Подбираются члены отряда.

Начальник отряда – 1 человек на 0,3 месяца

Машинист буровой установки – 1 человек на 0,3 месяца

Техник-геолог – 1 человек на 0,3 месяца

Продолжительность подготовительного периода 0,3 месяца. Сметная стоимость не выше 5% от стоимости полевых работ.

Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы проектируются для выноса в натуру, инструментальной плановой и высотной привязки горных выработок. Общее количество точек – 7, которые подлежат выносу в натуру и привязке.

Таблица 4.2– Затраты времени на топогеодезические работы

№п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём(бр.-дн.)
1	Планово-высотная привязка	точка	7	0,04	ССН-93 вып.9, табл. 52	0,28
Итого:						0,28

Таблица 4.3 – Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 53	0,01	0,06
Техник геодезист I категории		0,03	0,18
Замерщик 3 разряда		0,03	0,18
Итого:			0,42

Буровые работы

Буровые работы необходимы для составления геологического разреза и отбора проб грунтов с целью изучения их состава, состояния и физико-механических свойств в лабораторных условиях. Бурение инженерно-геологических скважин, планируется осуществлять буровым станком УРБ-2А-2, колонковым способом диаметром 132, 112 мм. Опробование производится ненарушенной структурой.

Таблица 4.4 – 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	V	13,5	0,10	ССН-93	1,35
		VIII	34,1	0,17	вып.5,	5,80
		IX	14,4	0,17	табл. 5	2,45
2	Крепление скважин обсадными трубами	V	30	0,01	ССН-93 Вып.5, табл.180	0,3
3	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		6 скв.	0,65	ССН-93 вып.5, табл. 104	3,9
4	Проходка шурфа	V	2,3	5,76	ССН-92	13,25
		VIII	0,3	9,32	вып.4, табл. 48	2,80
Итого:				16,18		29,85

Таблица 4.5 – 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	3,1
Инженер- механик		0,10	6,2
Итого:			9,3

Таблица 4.6 – 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. 105	1,95	11,7
Рабочие		0,33	1,98
Итого:			13,68

Опробование грунтов

С целью выяснения состава, состояния и свойств грунтов производится опробование. Планируется отобрать 50 проб (табл. 4.7).

Таблица 4.7 – Затраты времени на опробование

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объем
Отбор проб ненарушенного сложения (монолиты)	50	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 368	0,664	33,2
Итого:				33,2

Таблица 4.8 – Затраты труда на опробование

Наименование должности	Источник нормы ССН-93	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Бурильщик 6 разряда	Выпуск 1, часть 5, таблица 474	1	33,2
Помощник бурильщика		1	33,2
Геолог 10 разряда		0,05	1,66
Итого:			68,06

Полевые испытания

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматриваются полевые определения прочностных и деформационных характеристик испытанием горячим штампом.

Таблица 4.9 – Затраты времени на полевые работы

Вид работ	Ед. изм.	Объем работ	Источник нормы ЕНВиР-И-83 часть 2	Нормы времени	Итого времени на объем (бр.-см.)
Испытание горячим штампом	испытание	6	№ нормы 973 (монтаж)	8,65 (монтаж)	51,9
			№ нормы 979 (демонтаж)	4,32 (демонтаж)	25,92
Итого:					77,82

Таблица 4.10 – Затраты труда на полевые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Проходчик 4 разр.	ЕНВиР-И-78 ч.2, н. 973	1	72,82
Горнорабочий 2 разр.		1	72,82
Горнорабочий 1 разр.		2	155,64
Итого:			311,28

Лабораторные работы

Лабораторные работы выполняются с целью определения физико-механических свойств горных пород. Лабораторные работы выполняются стандартными методами, согласно ГОСТам. Работы выполняются: начальником лаборатории и инженером-лаборантом.

Таблица 4.11 – 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	40	0,66	ССН-93 вып. 7, табл.7.1, № нормы 1022	26,4
2	Определение влажности на границе текучести	40	0,954	ЕНВиР н.1631	38,16
3	Определение влажности на границе раскатывания	40	0,954	ЕНВиР н.1631	38,16
4	Определение влажности	50	0,126	ЕНВиР н.1622	6,3
5	Определение плотности грунта методом взвешивания в нейтральной жидкости	50	0,425	ЕНВиР н.1674	21,25
6	Определение плотности частиц грунта	50	0,339	ЕНВиР н.1630	16,95
7	Определение временного сопротивления сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии при одноосном сжатии	6	0,20	ССН-93 вып. 7, табл.6.5, № нормы 878	1,2
8	Определение удельной касательной силы морозного пучения	6	1,3	ЕНВиР н.1639	7,8
9	Определение относительной деформации морозного пучения	6	0,412	ЕНВиР н.1634	2,47
10	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения методом сопротивления грунта срезу	12	2,57	ССН-93 вып. 7, табл.7.1, №1076	30,84

Продолжение таблицы 4.11

11	Определение коррозионной активности грунтов по отношению к бетону и железу	6	4,58	ЕНВиР н.1807	27,48
12	Определение коррозионной активностью грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	6	4,58	ЕНВиР н.1807	27,48
13	Химический анализ водной вытяжки	6	4,58	ЕНВиР н.1807	27,48
Итого:		318	21,98		271,97

Таблица 4.12 – Затраты труда на лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы ССН-93	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.- дн.)
Инженер-лаборант	Выпуск 7, таблица 7.2	0,16	43,61
Инженер-лаборант		0,16	43,61
Начальник лаборатории		0,08	21,81
Итого:			109,03

Камеральные работы

Камеральные работы являются заключительным этапом изысканий, и в этот период производится анализ, интерпретация и обобщение всей собранной информации об инженерно-геологических условиях участка работ. Главной задачей камеральных работ является составление отчета (табл. 4.13).

Таблица 4.13 – Затраты труда на камеральные работы

№п.п	Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Нормы по <u>ЕНВиР</u>	Затраты времени на объем, ч.
1	Камеральные работы Нанесение на готовый топографический план выработок	1	0,258	н. 1843	0,258
2	Составление каталога выработок	1	0,348	н. 1832	0,348

Продолжение таблицы 4.13

3	Нанесение линий геологических разрезов на план	1	0,072	н. 1847	0,072
4	Составление геологического разреза при вертикальном масштабе 1:100	1	0,264	н. 1860	0,264
5	Нанесение на разрез цифровых значений свойств грунтов	4	0,068	н. 1873	0,272
6	Нанесение условных обозначений и прочих данных	18	0,045	н. 1874	0,81
7	Вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	332	0,012	н.1910	3,98
Итого:		358	1,067		6,0 ч.

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

Для расчета производительности труда необходимо использовать формулу:

$$P_{\text{см}} = Q / N_{\text{ср}}$$

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

где:

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

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

Q —объем работ;

$N_{\text{ср}}$ —затраты времени на один опыт одного вида работ;

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

Для расчета продолжительности работ используется формула:

$$T_{\text{пл}} = N_{\text{общ}} / 8, \text{ где:}$$

$T_{пл}$ —плановое время на этот вид работ при их выполнении одной бригадой;

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

8-количество часов в смене;

Топогеодезические работы

$$P_{см} = 6/0,04 = 175 \text{ т/см},$$

$$P_{мес} = 175 \cdot 25,4 = 4445 \text{ т/мес},$$

$$T_{пл} = 0,28/8 = 0,04 \text{ смен.}$$

Итого на топогеодезические работы одна бригада затратит 0,04 смен.

Буровые работы

$$P_{см} = 64,5/16,18 = 3,99 \text{ м/см},$$

$$P_{мес} = 3,99 \cdot 25,4 = 101,346 \text{ м/мес},$$

$$T_{пл} = 29,85/8 = 3,95 \text{ смен.}$$

Итого на буровые работы одна бригада затратит 3,95 смен.

Опробование

$$P_{см} = 50/0,664 = 75,3 \text{ обр/см},$$

$$P_{мес} = 75,3 \cdot 25,4 = 1912,62 \text{ обр/мес},$$

$$T_{пл} = 33,2/8 = 4,15 \text{ смен.}$$

Итого объем опробования одна бригада выполнит за 4,15 смен.

Полевые испытания

$$P_{см} = 1/12,97 = 0,08 \text{ м.,дм/см},$$

$$P_{мес} = 0,08 \cdot 25,4 = 2,03 \text{ м.,дм/мес},$$

$$T_{пл} = 77,82/8 = 9,73 \text{ смен.}$$

Итого объем полевых испытаний бригады выполнят за 9,73 смен.

Лабораторные работы

$$P_{см} = 318/21,98 = 14,47 \text{ оп/см},$$

$$P_{мес} = 14,47 \cdot 25,4 = 367,54 \text{ оп/мес},$$

$$T_{пл} = 271,97/8 = 33,99 \text{ смен.}$$

Итого лабораторные работы одним лаборантом будут выполнены за 34 смены.

Производить лабораторные работы по опыту будут 2 бригады, им понадобится 17 смен на весь объем работ.

Камеральные работы

$$P_{\text{см}} = 416/1,067 = 389,88 \text{ отч/см},$$

$$P_{\text{мес}} = 389,88 \cdot 25,4 = 9\,902,95 \text{ отч/мес},$$

$$T_{\text{пл}} = 6,7/8 = 0,84 \text{ смен}.$$

Итого камеральные работы одним инженером будут выполнены за 0,84 смен.

На проведение всего комплекса инженерно-геологических изысканий, включая полевые, лабораторные и камеральные работы, потребуется 38 смен.

Таблица 4.14 – Поэтапный план работ

Количество рабочих дней	Виды работ (период)	Результат
10	Проектно-сметный	Определенный объем и содержание строительных работ, рассчитана смета
2	Подготовительный	Обеспечение проектно-сметной документацией, выбор площадки строительства
2	Организационный	Составление календарного плана, распределение работ между сотрудниками
18	Полевые работы (буровые, геофизические работы, испытания свай)	Уточнение, расчленение разреза, отбор образцов грунтов для определения их ФМС
17	Лабораторные	Определение ФМС грунтов, выделение ИГЭ, прогноз изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства
2	Камеральные	Окончательные расчеты здания и строительных работ, составления рабочей документации.

Таблица 4.15. Календарный план

Виды работы	Дата
Проектно-сметный	с 22 октября 2018г. по 31 октября 2018 г.
Подготовительный	с 1 ноября 2018 г. по 2 ноября 2018 г.
Организационный	с 3 ноября 2018 г. по 4 ноября 2018 г.

Продолжение таблицы 4.15

Полевые работы	с 5 ноября 2018 г. по 22 ноября 2018 г.
Лабораторные	с 23 ноября 2018 г. по 9 декабря 2018 г.
Камеральные	с 10 декабря 2018 г. по 11 декабря 2018 г.

Календарный план проектируемых работ составляется для:

- определения продолжительности выполнения всего проектируемого комплекса работ;
- определения взаимосвязи последовательности выполнения работ;
- оптимизации использования времени;
- сокращения затрат времени в целом по проекту и т.д.

5.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Расчет сметной стоимости

Стоимость инженерно-геологических работ определена по Справочнику базовых цен (1999г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991г.), при этом введены следующие коэффициенты:

$K_1 = 1,3$ - т.2, п.3 при выполнении полевых работ в неблагоприятный период года, а также выполняемых в условиях полевого лагеря камеральных работ в соответствующих районах где продолжительность неблагоприятного периода 6-7,5 мес.

$K_2 = 44,21$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 04.04.2018 N 13606-ХМ/09.

$K_3 = 1,7$ – районный коэффициент (пункт 5 таблица 3 коэффициент)

Таблица 4.16 – Сметно-финансовый расчет работ по проекту

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. Изм.	Кол- во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимо- сть, руб
1	2	3	4	5	6	7
	Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы, 1999г. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Письмо от 04.04.2018 г. № 13606-ХМ/09. Приложение 3 Индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ на 2018 год, К=44,21					
	1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ					
1	Плановая и высотная привязка скважин, точек геофизических исследований и	точка	7	т.93.п. 2	8,5х7	59,5
2	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м V кат. VI кат. VIII кат.	м м м	13,5 34,1 14,4	т.17.п.1 т.17.п.1 т.17.п.1	47,9х13,5 59.9х34,1 74.4х14,4	646,7 2042,59 1071,36
3	Проходка шурфа V кат. VI кат.	м м	2,2 0,3	т.27.п.1 т.27.п.1	89,18х2,2 105х0,3	196,2 31,5
4	Крепление скважин диаметром до 160 м	м	18	т.18. п.4	2,1х18	37,8
5	Отбор монолитов из скважин с глубины до 20 м	мон	50	т.57.п.2	30,6х50	1530
6	Замер температуры в скважинах	скв	2	т.40.п.1	2х196	392
7	Испытания грунтов горячим штампом	исп	6	т.54.п.3	6х1305	7830
Итого 13837,65						
	2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ					
8	Определение гранулометрического состава	опр	40	т.62, п.21	40х17,6	704
9	Определение влажности	опр	50	т.64, п.2	50х1,9	95
10	Определение влажности на границе текучести	опр	40	т.63 п.4	40х20,2	808
11	Определение влажности на границе раскатывания	опр	40	т.63 п.4	40х20,2	808
12	Определение плотности частиц грунта	опр	50	т.62.п.5.	50х7,2	360

Продолжение таблицы 4.16

13	Определение плотности грунта методом взвешивания в нейтральной жидкости	опр	50	т.76.п.3.	50х3,4	170
14	Определение временного сопротивления сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии при одноосном сжатии	опр	12	т.67 п.9	12х1,8	21,6
15	Определение удельной касательной силы морозного пучения	опр	6	т.63 п.7	6х92,6	555,6
16	Определение относительной деформации морозного пучения	опр	6	т.63 п.32	6х184,6	1107,6
17	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения методом сопротивления грунта срезу	опр	12	т.65 п.12	12х237,8	2853,6
18	Определение коррозионной активности грунтов по отношению к бетону и железу	опр	6	т.75, п.5	6х25,4	152,4
19	Определение коррозионной активности грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	опр	6	т.75, п.3	6х20,5	123
20	Химический анализ водной вытяжки	опр	6	т.71, п.1	6х48,8	292,8
Итого 8051,6						
3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ						
21	Составление программы работ	пр	1	т.81.п.2	800х1,4	1120
22	Обработка материалов буровых работ II категории сложности, 62 п.м.	п.м	64,5	т.82, п.2	64,5х8,2	528,9
23	Обработка термометрических наблюдений грунта	зам	22	т.85, п.3	22х8	176
24	Камеральная обработка лабораторных исследований			т.86.п.1	0,1 от 4747,2	474,72
25	Составление камерального отчета	обр	1	т.87.п.2	0,21 от кам. раб.	478,62
Итого 2778,24						
Всего по смете 24667,49						
26	ВСЕГО по п.1,2,3 с учётом районного к-та К=1,7			1,7		54515,15

Продолжение таблицы 4.16

27	ИТОГО основные расходы с рыночным коэффициентом	44,21		2410114,9 1
28	Накладные расходы	%15	0,15 от п.27	361517,24
29	Плановые накопления	%18	(п.27+п.28)х0,18	498893,79
30	Резерв	%3	(п.27+п.28)х0,03	83148,96
31	ИТОГО по п.27-30			3353674,9
32	Учет НДС	%18	0,18 от п.31	603661,48
33	ИТОГО с учетом НДС			3957336,3 8

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство комплекса сооружений вахтового поселка с учетом НДС равна 3957336,38 рублей.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В административном отношении район работ находится на территории Олекминского улуса Республики Саха (Якутия), с центром в городе Олекминск.

Месторождение Гросс располагается в пределах восточной части Олекмо-Чарского нагорья (группа месторождений Южно-Угуйской золотоносной зоны) в бассейне рек Токко и Чоруода (притоки реки Олекма). Участок освоения Гросс расположен в 4 км восточнее месторождения Таборное, в средней части бассейнов ручьев Левый и Правый Гросс.

Рельеф района работ – среднегорный, довольно хорошо расчлененный, с плоскими водоразделами и врезанными речными долинами. Абсолютные отметки водораздельных поверхностей достигают 1400 метров, относительные превышения обычно не превосходят 300-400 метров [75].

Характерной особенностью климата рассматриваемого района является резкая континентальность, проявляющаяся в исключительно больших месячных и годовых амплитудах температуры воздуха.

Продолжительность зимнего периода составляет 7,5 месяцев. Сплошной снежный покров устанавливается в октябре месяце, а интенсивное таяние снега начинается в конце апреля - начале мая. Преимущественное направление ветров обычно - северо-западное.

Все намеченные полевые работы планируется проводить в зимний период [75].

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка, а также разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса сооружений вахтового поселка.

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 5.1.

Проектом предусматривается проведение следующих видов работ:

- топогеодезические 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. 5.1).

Таблица 5.1 – 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. Топогеодезические работы; 2. Буровые работы; 3. Испытание горячим штампом 4. Опробование грунтов.	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 2. Поражение электрический ток 3. Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Повышение уровней шума 3. Повышение уровня вибрации	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.019-79 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.1.003-2014

Камеральный и лабораторный (в закрытом помещении)	Лабораторные работы: • Определение физико-механических свойств грунтов Камеральные работы: • составление отчета	1. Поражение электрический ток 2. Статическое электричество	4.Отклонение показателей микроклимата в помещении 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений 3. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны 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 12.1.019-79 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 вредных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям. Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливают отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим,

техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

Климат района - резко континентальный, с резкими суточными и годовыми колебаниями температур воздуха. Продолжительную холодную зиму сменяет бурный весенний сезон, а затем короткое теплое лето. Максимальная разность температур достигает 90°С – минимальные температуры в декабре-январе –55°С, максимальные в июле до +35°С. Продолжительность зимнего периода, в среднем, составляет 7 месяцев. Сплошной снежный покров устанавливается в октябре месяце, а интенсивное таяние снега начинается в конце апреля - начале мая. Характерной особенностью снежного покрова является небольшая его плотность. Безморозный период очень короткий. Резкие колебания температуры в течение года и даже суток. Преимущественное направление ветров обычно - северо-западное.

Полевые работы планируется проводить в неблагоприятный (холодный) период времени года.

Согласно МР 2.2.7.2129–06 в холодное время года рекомендуется проводить следующие мероприятия:

1. Работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом СИЗ от холода, имеющим теплоизоляцию (куртка на утепляющей прокладке, брюки на утепляющей прокладке, валенки, рукавицы, головные уборы).

2. В целях нормализации теплового состояния температура воздуха в местах обогрева должна поддерживаться на уровне 21–25 °С. Помещение необходимо оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп, температура которых должна быть в диапазоне 35–40 °С.

3. Во избежание переохлаждения работникам не следует во время перерывов в работе находиться на холоде в течение более 10 мин. при температуре воздуха до -10° С и не более 5 мин. при температуре воздуха ниже –10° С .

4. При температуре воздуха ниже -30°C не рекомендуется планировать выполнение физической работы категории выше Па. При температуре воздуха ниже -40°C следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.

5. Расстояние от рабочего места до помещения для обогрева должно быть не более 150 м для открытых территорий и 75 м – для необогреваемых помещений [49].

Повышение уровней шума и вибрации

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве (эксплуатация буровых станков при бурении скважин, производство гидрогеологических откачек). Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям.

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

Источником шума и вибрации является буровая установка и проводимые испытания горячими штампами.

В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, нарушает нормальную деятельность нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной системы, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 допустимый уровень шума составляет 80 дБ по шкале А. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-83 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы».

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противошумные подшипники, глушители, а также

использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши [3].

Таблица 5.2 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБА звука
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Мероприятия по борьбе с шумом:

1. Качественное изготовление деталей станков и машин.
2. Замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.
3. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
4. Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.)

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования», а также СН 2.2.4/2.1.8.556-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы»[3].

Таблица 5.3 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012-2004)

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Транспортно-технологическая	—	117	108	102	101	101	101	—	—	—	—
Технологическая	—	108	99	93	92	92	92	—	—	—	—
Локальная вибрация	—	—	—	115	109	109	109	109	109	109	109

Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16–250 Гц.

Имеет место технологическая, транспортная, общая и локальная вибрации.

Общая вибрация действует на весь организм в целом, а локальная – только на отдельные части его (верхние конечности, плечевой пояс, сосуды сердца).

Вибрация оказывает разрушительное действия на машины и механизмы, а также оказывает вредное влияние на здоровье людей.

Мероприятия по борьбе с вибрацией:

1. Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.
2. Применение динамических виброгасителей.
3. Правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1 – 1,5 часа работы); активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие.
4. Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [30].

Лабораторный и камеральный этап

Отклонение показателей микроклимата помещений

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96, указанные в таблице 4.4.

Таблица 5.4 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ	Температура воздуха °С, не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1б	21-23	40-60	0.1
Теплый	1б	22-24	40-60	0.2

Примечание: 1б–работы производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч).

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции.

Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 м³/ч на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. При небольшой загрязненности наружного воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного воздуха и циркуляционного. Системы охлаждения устройств ЭВМ должны проектироваться исходя из 90 %-ной циркуляции.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Свет оказывает существенное влияние на условия труда. При неудовлетворительном освещении человек напрягает зрительный аппарат, что ведет к его утомлению и к утомлению организма в целом.

Одним из требований к рабочему месту является хорошая освещенность.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [41]. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора и стене с окнами.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3–0,5 мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5 %, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта 0,5–1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0 %. СанПин 2.2.2/2.4.1340–03 рекомендует левое (допускается–правое) расположение рабочих мест и ПЭВМ по отношению к окнам [42].

В качестве источников искусственного освещения обычно используются люми-несцентные лампы типа ЛБ-40, которые попарно объединяются в светильники.

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 [3].

Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфра низко частотного, электростатических полей. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем.

Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-96. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности E и H электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам MPR II не должна превышать 2.5 В/м по электрической и 0.5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

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 (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч). Для мониторов, отвечающих требованиям ТСО-99, ТСО-2000, ТСО-03, эти нормативы выполняются.

Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей ЭМП достигается на коже дисплея. В целях снижения напряженности следует удалить пыль с поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

Основным методом защиты от электромагнитных излучений является экранирование или рабочих мест, или непосредственно источника излучения. Различают *отражающие* и *поглощающие* экраны [3].

5.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки (бурильные трубы, породоразрушающий инструмент и т.д). Механические травмы могут возникнуть при монтаже и демонтаже бурового оборудования, при спуско-подъемных операциях, из-за неправильного проведения операций по развинчиванию и свинчиванию труб, а также в процессе отбора керна буровых скважин. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91.

До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ.

Запрещается:

- направлять буровой снаряд при спуске его в скважину, а также удерживать от раскачивания и оттаскивать его в сторону руками; для этого следует пользоваться специальными крюками или канатом,
- оставлять открытым устье скважины, когда это не требуется по условиям работы,
- стоять в момент свинчивания и развинчивания бурового снаряда в радиусе вращения ключа и в направлении вытянутого каната,
- производить бурение при неисправном амортизаторе ролика рабочего каната.

Электрический ток

Основными причинами несчастных случаев, как правило, являются слабый контроль за состоянием заземления, нарушение изоляции токопроводных частей оборудования, обслуживания электрооборудования малоквалифицированным персоналом . Нарушение правил безопасности при использовании электроустановок и электрооборудования может привести к поражению электрическим током.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Для защиты персонала от поражения электрическим током применяется защитное заземление и вспомогательные средства. Такие как диэлектрические перчатки, переносные заземления, диэлектрические инструменты, и другие средства индивидуальной и коллективной защиты. Также немаловажна роль предупредительных плакатов.

Выбор и использование средств индивидуальной защиты производится в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 [24].

Лабораторный и камеральный этапы

Электрический ток

Неисправность электропроводки, выключателей, розеток, вилок, рубильников, переносимых ламп, любые неисправные электроприборы могут являться источником электрического тока в помещении. Согласно ПУЭ все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

К факторам, определяющим действие тока на организм, относятся: сила тока, время воздействия, вид тока, частота переменного тока, место приложения, состояние здоровья, возраст, влажность, количество кислорода в воздухе.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-2009. [31]

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038–82 устанавливаются предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и

переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц (в 4–5 раз опаснее постоянного).

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

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ, относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность:

- влажность не превышает 75% (45%),
- температура не превышает 35°C (22 °C),
- отсутствуют токопроводящая пыль,
- отсутствуют токопроводящие полы (бетонные полы, покрытые линолеумом в камеральном помещении и резиновые коврики возле электрических приборов в лаборатории),
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и камерального помещения; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82 .

Статическое электричество

Источником статического электричества является - электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана монитора ПЭВМ потоком заряженных частиц. Неприятности, вызванные им, связаны с пылью, накапливающейся в электростатически заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором [3].

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП $E_{\text{пред}}$ равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты [29].

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно наведением зарядов противоположного знака, изготовлением трущихся поверхностей из однородных материалов. Ускорению снятия зарядов способствует заземление оборудования, увеличение относительной влажности воздуха и снижение электропроводности материалов с помощью антистатических добавок.

5.2. Экологическая безопасность

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.

Экологическая безопасность — совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не

приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку. Это также процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду. Экологическую безопасность регламентируют ГОСТ 17.1.3.13-86 и ГОСТ 17.4.3.04-85.

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

Опасность экологическая - возможность ухудшения показателей качества природной среды (состояний, процессов) под влиянием природных и техногенных факторов, представляющих угрозу экосистемам и человеку.

Источниками физических воздействий при инженерно-геологических изысканиях на окружающую природную среду и здоровье человека являются дизельные агрегаты и электродвигатели, буровые насосы, компрессоры, гидросмесительные агрегаты, цементировочные насосы, транспорт и другая спецтехника.

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

Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах классифицируются во «Временных методических рекомендациях по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые».

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:

- а) неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок;
- б) планировка буровых площадок;
- в) нерациональное использование земельных участков под буровые установки;
- г) 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.

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия:

- 1) конструкции скважин должны обеспечивать изоляцию подземных вод от поверхностных и грунтовых;
- 2) промывочные жидкости и химические реагенты, применяемые для промывки должны исключать загрязнение подземных вод;
- 3) слив использованного промывочного раствора и химических реагентов в открытые водные бассейны и непосредственно на почву запрещается;
- 4) 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. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение

Мероприятия по охране и восстановлению земельного участка

Прокладка трасс временных подъездных дорог осуществляется с максимальным использованием существующей дорожной сети с учетом местных природных условий и необходимости оборудования их водопропускными устройствами.

Движение транспорта и спецтехники осуществляется только по специально построенным дорогам, обеспечивающим безопасное движение, не вызывающее нарушения растительного и почвенного покрова.

По окончании бурения и освоения скважины проводятся работы по демонтажу оборудования; разрушению гидроизоляционных покрытий площадок; бетонных фундаментов; очистке территории буровой от металлолома, строительного мусора; снятию загрязненного слоя грунта; восстановлению ландшафтов на площадке скважины и прилегающей территории.

Работы по восстановлению земельного участка должны проводиться непрерывно, вплоть до их завершения. Если климатические условия не позволяют выполнить эти работы сразу, то срок их проведения может быть продлен, но не должен превышать одного года с момента завершения работ по бурению и демонтажу оборудования на скважине.

Кроме того, при изысканиях необходимо выявлять наличие загрязняющих веществ в геологической среде, опасных для здоровья населения, и осуществлять разработку предложений по утилизации и нейтрализации этих веществ, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

Даже незначительный ущерб, нанесенный окружающей среде, может привести к значительным трудно предсказуемым последствиям в будущем.

5.3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – обстановки на определенной

территории, сложившиеся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

ЧС на территории проектируемого строительства могут быть техногенного (пожары и взрывы на близлежащих территориях) и природного характера (морозное пучение).

В результате развития морозного пучения в разных геокриологических обстановках происходит образование бугров пучения, пятен-медальонов, каменных котлов и многоугольников и др. Процесс пучения сопровождается интенсивной перестройкой микрорельефа поверхности. Одной из форм этого процесса является выпучивание каменного материала, что приводит к морозной сортировке по крупности материала рыхлых образований и отложений. В естественных условиях влажность значительной части плейстоценовых отложений (пойменных аллювиальных, делювиальных в нижних частях склонов и напротив делювиальных, слагающих пологие приводораздельные склоны, а также гляциальных и в меньшей степени флювиогляциальных) превышает порог пучения, и в силу этого грунты являются пучинистыми.

Из основных проявлений пучения в рельефе наиболее распространёнными являются миграционные бугры пучения. Они формируются при ведущем участии миграции влаги к фронту промерзания под действием градиента температуры и влажности. Для криогенного строения миграционных бугров пучения характерны слоистые и линзовидно-слоистые криогенные текстуры при объёмной влажности 60-80 %.

Курумы представляют собой проявление криогенных процессов склоновой денудации, выраженное в образовании различных по форме и размерам участков склонов, сложенных с поверхности глыбами скальных пород и лишённых кустарниково-древесной растительности. На

рассматриваемой территории их площадь измеряется многими десятками квадратных километров. Форма курумов в плане отличается большим разнообразием. Но по очертанию в плане они подразделяются на каменные поля и каменные потоки. Каменные поля представляют собой развалы глыб скальных пород, занимающие площади, длина которых поперёк склона и вдоль его примерно равны, или протяжённость поперёк склона превышает последнюю

Методы борьбы с морозным пучением:

- заменить грунт на непучинистый (песок), причем желательно до глубины промерзания. По справочникам (Основания и фундаменты, Механика грунтов) минимальная толщина песчаной подушки - 0.5м.
- заглубление фундамента до глубины промерзания. При этом грунт не должен соприкасаться с боковой поверхностью фундамента, чтобы при смерзании касательные напряжения не подняли дом. Для этого делается обсыпка песком с боков, либо рубероид и т.п. Иногда фундамент делают с уширением к низу (получается трапеция). Это способствует снижению боковых сил пучения, а кроме этого снижает нагрузку на грунт за счет увеличения площади опоры.

Если вовремя проводить профилактические мероприятия по борьбе с этими процессами можно предотвратить повреждения сооружений и тем самым защитить людей от риска.

Пожарная и взрывная безопасность

Пожаром называют неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве, опасное для людей и наносящее материальный ущерб.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов.

Для протекания процесса горения требуется наличие *трех* факторов: *горючего вещества, окислителя и источника зажигания (импульса)*.

Основными причинами пожаров на производстве являются:

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
2. Открытый огонь (сварочные работы, костры, курение, искры от автотранспорта и неомедленного инструмента);
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества.

Система организационных и технических мероприятий, а также средств по предупреждению пожаров и взрывов в камеральных условиях установлена системой государственных стандартов ГОСТ 12.1.004-91.

В зависимости от характеристик используемых веществ и их количества производственные здания и склады по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д.

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной взрывной относятся к категории В – пожароопасное (согласно ППБ 01-03. Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении – это горючие и трудно горючие твердые материалы (в том числе пыли и волокна, деревянная мебель), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть).

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности.

Для ликвидации возможного пожара в лабораторных и камеральных условиях применяются порошковые огнетушители, типа ОПС.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков.

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Пожаром называют неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве, опасное для людей и наносящее материальный ущерб.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов.

Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах вывешиваются таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны и инструкции о мерах пожарной безопасности для конкретного производственного участка.

На каждом объекте инструкцией должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;

регламентированы:

- порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ;
- порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении пожара;
- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

В производственных зданиях и сооружениях на видных местах вывешиваются планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара.

В дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре разрабатывается инструкция, определяющая действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в полугодие проводятся практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников.

Работники, а также граждане, находящиеся на территории, в административных и рабочих корпусах, обязаны:

- соблюдать требования пожарной безопасности стандартов, норм и правил, утвержденных в установленном порядке, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- выполнять меры предосторожности при пользовании электроприборами (компьютеры, кондиционеры, электроплитки, электрочайники, холодильники), газовыми приборами, предметами бытовой химии, проведении работ с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими (ГЖ) жидкостями, другими опасными в пожарном отношении веществами, материалами и оборудованием.

За нарушение правил рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

5.4 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющий противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 2-14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) под руководством специально назначенного лица. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. При работе не должно допускаться пренебрежение индивидуальными средствами защиты. Рабочие должны иметь четкое представление об опасных и вредных производственных факторах, связанных с выполнением работ и знать основные способы защиты от их воздействия. При возникновении несчастного случая пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медицинский пункт, а также сообщить о случившемся руководителю подразделения.

Рабочий несет ответственность за:

1. Соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;
2. Выполнение требований инструкций (паспортов) заводо-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаро- и электробезопасности;
3. Качественное выполнение работ;
4. Сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;

5. Аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций по охране труда.

Перед началом работ рабочий должен:

1. Проверить наличие защитных средств;
2. Проверить наличие средств пожаротушения;
3. Ознакомиться с условиями производства и характера работ и получить разрешение на производство работ у лица, ответственного за безопасное производство работ.

Заключение

В дипломной работе был рассмотрен участок под строительство комплекса сооружений вахтового поселка. Описаны географические, климатические и геологические условия района работ, изучены инженерно-геологические условия участка, выявлены наиболее опасные геологические процессы, такие как морозное пучение.

Участок рассмотрен с точки зрения проектируемых работ и разработан план и методика проведения инженерно-геологических исследований для стадии рабочей документации, обеспечивающих получение достоверных данных, необходимых для проектирования. На данном участке, по фондовым материалам, выделены 3 ИГЭ, построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации и выделены три инженерно-геологических элемента. Для каждого инженерно-геологического элемента представлены нормативные и расчетные характеристики физико-механических свойств. Составлена карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемого строительства. Определены границы сферы взаимодействия двух сооружений с геологической средой, составлены расчетные схемы и обоснованы данные для расчета несущей способности, действия касательных сил морозного пучения, действия нормальных сил морозного пучения, расчета осадки.

Строительство комплекса сооружений проектировать по принципу II СП 25.13330.2011, т.е. многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения). В качестве основания для фундаментов рекомендуется использовать многолетнемерзлые грунты гранито-гнейс очень низкой прочности ИГЭ – 2 и гранито-гнейс прочный ИГЭ–3.

Дальнейшие исследования требуются для супеси дресвяной твердой ИГЭ-1. Для повышения несущей способности проектируемого общежития

проектом предусматривается заанкеривание фундамента в вечномёрзлых грунтах. В качестве фундамента предполагается применение железобетонных свай. При строительстве спортивного зала, установку фундамента необходимо вести в холодный период года, то есть при отрицательных температурах воздуха, так как в качестве основания при проектировании фундамента ленточного типа используются вечномёрзлые грунты. Зимнее производство работ не только обеспечивает расчётную прочность мерзлых грунтов основания, но и позволяет провести предпостроечное охлаждение грунтов сезонно оттаивающего слоя с целью уменьшения его мощности в процессе эксплуатации сооружения. Повышение верхней границы вечномёрзлых грунтов у фундаментов достигается посредством устройства на дневной поверхности грунта теплоизоляционных покрытий, предохраняющих грунты от оттаивания на полную мощность сезонно оттаивающего слоя в естественных условиях.

На участке планируется провести топографо-геодезические, буровые работы, инженерно-геологическое опробование, полевые опытные исследования, лабораторные и камеральные работы. Исследования будут проводиться по методике, регламентированной нормативно-техническими документами.

Список литературы

Опубликованная

1. Ребрик Б. М. Бурение инженерно-геологических скважин. – М. Недра 1990 г. – 336 с.
2. Башлык С.М., Загибайло Г.Т. Бурение скважин. – М. Недра 1990 г. – 300 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 144с.
4. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра.
5. Петракова А.А., Яркин В.В., Таран Р.А., Казачек Т.В. Учебное пособие по курсу «Механика грунтов»/под ред. Петракова А.А. – Макеевка. Дон НАСА, 2004. – 164 с.
6. Емельянова Т. Я., Крамаренко В. В. Практикум по мерзлотоведению: учебное пособие. – Томск, Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 116 с.
7. П.И.Мельников «Мерзлотно-гидрогеологические условия Восточной Сибири» – М: «Наука», 1984. – с.189.

Нормативная

8. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
9. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
10. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
11. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик.
12. ГОСТ 20522-2012. Методы статистической обработки результатов испытаний.
13. ГОСТ 9.602-2016. Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии.

14. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
15. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
16. ГОСТ 28622-2012. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
17. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
18. ГОСТ 25358-2012. Грунты. Метод полевого определения температуры.
19. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
20. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.
21. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
22. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
23. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
24. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
25. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
26. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
27. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
28. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

29. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
30. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
31. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
32. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
33. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
34. ГОСТ Р 12.4.026-2001. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
35. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
36. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
37. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
38. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
39. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
40. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
42. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
43. Сборник базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства.– М, 1999. – 89 с.

44. Инструкция о порядке проведения инженерно-геологических работ И-ОИЗ-02-2010.

49. Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой и обувью, и другими средствами индивидуальной защиты. (Минздравсоцразвития РФ от 01 июня 2009 года №290н с изменениями от 27.01.2010 №28н).

50. ИОТ 12-2008 «Инструкция по охране труда при выполнении буровых и каротажных работ».

51. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

52. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. Новосибирск, 2006 г.

53. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999.

54. 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.

55. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.

56. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Госстрой России, 1997. – с. 12.

57. 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.

58. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

59. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

60. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.

61. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.

62. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства (часть IV). Правила производства работ в районе распространения многолетнемерзлых грунтов.

63. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства (часть III). Правила производства работ в районе распространения специфических грунтов.

64. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства (часть I). Общие правила производства работ.

65. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов.

66. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия.

67. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты.

68. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.

69. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.

70. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.

71. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве.

72. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии.

72. «Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства». Москва. 1982г.

73. ССН-93. Сборник сметных норм. М.1993.

74. ЕНВиР. Сборник единичных сметных расценок и норм времени на инженерно-геологические изыскания. – М, 1983. – 269 с.

Фондовая

75. Отчет на тему: «Проект развития месторождения гросс. Вахтовый поселок горно-обогатительного комбината ГРОСС». Шифр А15-17 ИГИ. «Нерюнгростройизыскания» 2017г.

Интернет ресурсы

- 76. <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения 3.03.2018)
- 77. <https://ru.wikipedia.org>
- 78. <https://www.google.ru>
- 79. <http://www.geokniga.org/>