

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

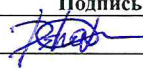
Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия месторождения серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов горно-обогатительного комбината (Республика Саха (Якутия))

УДК 624.131.3:622.7.012:553.412(571.56)

Студент

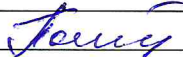
Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Джолдасова Регина Фархатовна		30.05.18

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

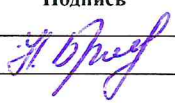
По разделу «Социальная ответственность»

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		04.06.18

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

Иванов И.И. 04.06.18 *Фракоренко 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	Джолдасовой Регине Фархатовне

Тема работы:

Инженерно-геологические условия месторождения серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов горно-обогатительного комбината (Республика Саха (Якутия))

Утверждена приказом директора (дата, номер)

28.04.2018 г., 3054/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

15.05.18.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(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.).</i>	Материалы изысканий ООО “Нерюнгростройизыскания”, нормативная, методическая, учебная литература.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i>	В общей части привести общую характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических условий месторождения «Вертикальное» (Республика Саха (Якутия)). В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых

содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	работ. В проектной части разработать проект изысканий для строительства объектов горно-обогатительного комбината. Определить основные виды и объемы работ. В качестве специального вопроса рассматривается изменение глубины оттаивания под зданием и составлена схема мерзлотного разрыва
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Геологическая карта участка работ месторождение «Вертикальное» Мангазейского рудного поля. 2. Карта инженерно-геологических условий. Инженерно-геологический разрез по линии I-I. 3. Расчетная схема оснований сооружений и таблица расчетных и нормативных значений показателей физических свойств. 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 13,5 м. 5. Изменение глубины оттаивания под зданием котельной и схема мерзлотного разрыва
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	01.03.18.
--	-----------

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	Джолдасова Регина Фархатовна		10.12.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Джолдасовой Регине Фархатовне

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 серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов горно-обогатительного комбината (Республика Саха (Якутия))
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- СН-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:

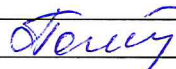
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Расчет сметы на проектные работы с учетом ресурсоэффективности и ресурсосбережения и выполнения
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Составление календарного плана проектных работ
3. Обоснование необходимых инвестиций для 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)

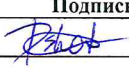
–

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	Джолдасова Регина Фархатовна		15.01.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«Социальная ответственность»**

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Джолдасовой Регине Фархатовне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Специалист (инженер)	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 Мангазейского рудного поля, месторождение «Вертикальное». Микрорельеф участка работ характеризуется как интенсивно расчлененное среднегорье. При проектировании сооружений могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. Возможны негативные 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: 1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Тяжесть физического труда; 4. Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися; 5. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 6. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 7. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; 8. Повышенная запыленность рабочей зоны; 9. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону Опасные факторы: 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. 2. Поражение электрическим током. 3. Пожароопасность. 4. Статическое электричество.
2. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов); – анализ воздействия объектов на литосферу (отходы, нарушения естественного залегания

	пород); – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	перечень возможных ЧС на объекте техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, транспорте; природного характера – курумы; – выбор наиболее типичной ЧС – курумы; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.01.18.
--	-----------

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	Джолдасова Регина Фархатовна		15.01.18

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 145 страниц, 40 рисунков, 31 таблиц, 95 источников и 5 листов графического материала.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, горные породы, проект изысканий, объемы работ, инженерно-геологические условия, смета.

Объектом исследований является инженерно-геологические условия месторождения серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» Мангазейского рудного поля.

Целью проектирования является оценка инженерно-геологических условий данного района, а также исследование свойств, состава и состояния грунтов, а также обоснование оптимальных видов и объемов работ на участке.

В процессе исследования проводился анализ и обобщение материалов ранее проведенных инженерно-геологических изысканий.

В результате исследования составлена расчетная схема проектируемых сооружений, а также изучены инженерно-геологические условия исследуемого участка.

Текст выпускной квалификационной работы выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCad 2017, таблицы сделаны в Microsoft Excel 2010.

Содержание

Введение.....	14
Глава 1 Общая часть. Природные условия района строительства.....	15
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика	15
1.2 Изученность инженерно-геологических условий	20
1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология).....	23
1.4 Гидрогеологические условия.....	27
1.5 Геологические процессы и явления.....	30
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	34
Глава 2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ	36
2.1 Рельеф участка	36
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости	36
2.3 Физико-механические свойства грунтов	37
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств грунтов и закономерности их пространственной изменчивости.....	37
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов.....	40
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов.....	49
2.4 Гидрогеологические условия	50
2.5 Специфические грунты	51
2.6 Геокриологические условия участка	52
2.7 Геологические процессы и явления на участке.....	52
2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	53
2.9 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружений.....	54
Глава 3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке	67
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий	67
3.2.Обоснование видов и объемов проектируемых работ	71
3.2.1 Сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет	71
3.2.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка.....	72
3.2.3 Топогеодезические работы.....	73

3.2.4 Буровые работы	73
3.2.5 Опробование	75
3.2.6 Полевые испытания грунтов	77
3.2.6.1 Испытание грунтов горячим штампом	77
3.2.6.2 Полевые определения плотности грунта (метод лунки или метод замещения объема).....	78
3.2.6.3 Метод полевого определения температуры	78
3.2.7 Лабораторные исследования грунтов	79
3.2.8 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета.....	80
3.3 Методика проектируемых работ	82
3.3.1 Топогеодезические работы	82
3.3.2 Буровые работы	83
3.3.2.1 Геолого-технические условия бурения.....	83
3.3.2.2 Выбор способа бурения.....	84
3.3.2.3 Выбор буровой установки.....	85
3.3.2.4 Буровой инструмент	87
3.3.2.5 Технология бурения скважин.....	88
3.3.3 Термометрические наблюдения.....	89
3.3.4 Опробование грунтов	91
3.3.5 Полевые испытания грунтов	92
3.3.5.1 Определение плотности методом лунки.....	92
3.3.5.2 Испытание грунтов горячими штампами	93
3.3.6 Лабораторные исследования грунтов	95
3.3.6.1 Определение влажности.....	95
3.3.6.1. Определение влажности методом высушивания до постоянной массы.....	95
3.3.6.2 Определение влажности на границе текучести	96
3.3.6.3 Определение влажности на границе раскатывания.....	96
3.3.6.4 Гранулометрический состав	97
3.3.6.5 Плотность и плотность частиц.....	97
3.3.6.6 Испытания мерзлого грунта и льда на сдвиг по поверхности смерзания	98
3.3.6.7 Удельное сцепление и угол внутреннего трения	99
3.3.6.8. Метод определения содержания органического вещества	101
3.3.6.9 Химический анализ водной вытяжки	101
3.3.6.10 Коррозионная активность по отношению к бетону, железу, свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля.....	102

3.3.7 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета	103
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	105
4.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ.....	105
4.2 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания	106
4.3 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ	112
4.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ	114
Глава 5 Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий.....	118
5.1 Производственная безопасность.....	118
5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	120
5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	127
5.2 Экологическая безопасность	130
5.2.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению	130
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	131
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	135
Заключение	138
Список литературы	139

Введение

Данный дипломный проект представляет собой проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов горно-обогатительного комбината месторождения серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» Мангазейского рудного поля (Республика Саха(Якутия)).

Целью данной работы является изучений инженерно-геологических условий исследуемого участка и составление и разработка проекта под строительство объектов горно-обогатительного комбината, на стадии рабочей документации, а так же прогноз возможного изменения инженерно-геологических условий в связи со строительством данных объектов в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой.

Задача является получение максимальной и достоверной информации о свойствах и составе геологической среды в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями и разработка проекта изысканий.

Проектом предусмотрено строительство 2-этажной столовой и котельной.

В данной работе были использованы фондовые материалы и результаты исследований изыскательной организацией ООО «Нерюнгри-стройизыскания».

Глава 1 Общая часть. Природные условия района строительства

1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

Месторождение Вертикальное, входящее в состав Манагазейского рудного поля административно относится к Кобяйскому улусу (району) Республики Саха (Якутия). Ближайший населенный пункт – Себян-Кюель, находится в 45 км к юго-западу от рудного поля.

Кобяйский улус (район) площадью 107,8 тыс.км² расположен в центральной части Республики Саха (Якутия); на севере он граничит с Эвено-Батантайским и Жиганским улусами, на юге – с Усть-Алданским, Намским, Горным, на востоке – с Верхоянским и Томпонским, на западе - с Вилуйским улусом. Административным центром Кобяйского улуса (района) является п.Сангар, расположенный в 240 км к юго-западу от лицензионной площади. Г. Якутск находится на расстоянии 550 км южнее (Рисунок 1.1).

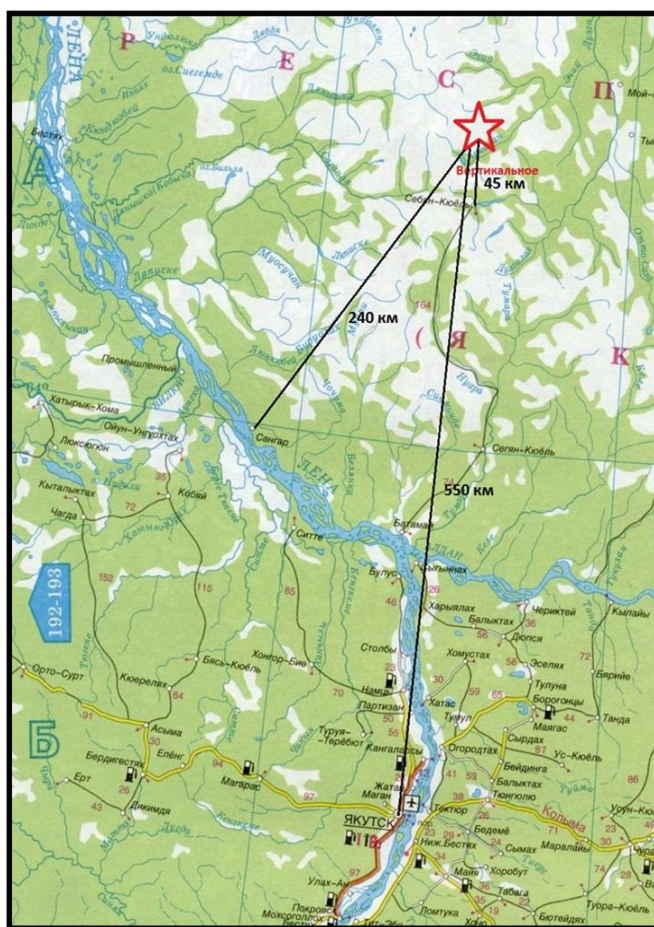


Рисунок 1.1 – Расположение исследуемого участка.

Рельеф района работ характеризуется как интенсивно расчлененное среднегорье с абсолютными отметками 1000-1500 м, с относительными превышениями 400-500 м. Мангазейское рудное поле расположено на восточных отрогах Верхоянского хребта, в северной части Аркачанского среднегорного плато, к северу и северо-востоку постепенно переходящего в сглаженное низкогорье Бытантайской межгорной впадины. Осевая часть водораздела между бассейнами крупных рек Лена и Яна проходит в 10-15 км к западу от месторождения. В целом, для площади рудного поля характерны выположенные водоразделы с абсолютными отметками до 1175-1180 м, с крутыми склонами. По типу ландшафтов район относится к горной тундре, лесотундре.

Гидрографическая сеть района принадлежит верховьям р. Яна, образованной в результате слияния рек Дулгалах и Сартанг. На площади работ она представлена озерно-речной сетью бассейна р. Аркачан, дренирующей центральную часть Мангазейского рудного поля. Она является правым притоком р. Эчий, впадающей в р. Дулгалах. Месторождение Вертикальное дренируется ручьями Порфиновый, Борисовский и рекой Сирилендже, относящимися к бассейну р. Аркачан. Все водотоки района являются типичными горными реками, профиль долин резко асимметричный с крутыми правыми и пологими левыми бортами, корытообразный, иногда каньонообразный. Структура речной сети древовидная, перистая, часто она трассирует зоны разломов. Реки не судоходны, имеют непостоянный водный режим, в поймах развиты старичные и термокарстовые озера, отмечаются наледи. В весенний и летний паводок уровень воды в реках повышается на 2,0-2,5 м. Зимой они обычно промерзают до дна [3].

По водоразделам и в верхних частях склонов преобладают мхи и лишайники, ниже 1000-1200 м - низкорослые кустарники, кедровый стланик, карликовые береза, ольха; прирусловые части долин покрыты преимущественно даурской лиственницей. В поймах крупных рек встречаются тополь, полярная ива-чозения, береза, на южных склонах

произрастают кустарники: шиповник, красная смородина, реже черная смородина, брусника, багульник, голубика, малина. Имеются небольшие по площади сенокосные угодья. Район работ традиционно используется местным населением как олень пастбище.

Животный мир количественно беден, но это компенсируется его многообразием. Здесь встречаются лось, северный олень, кабарга, снежный баран, заяц, медведь, волк, россомаха, рысь, мелкие грызуны, черношапочный сурок и др; из птиц - куропатка, утки, рябчик, кроншнеп-малютка и др. В реках и озерах обитают хариус, ленок, голец, окунь, щука.

Район месторождения характеризуется сплошным развитием многолетнемерзлых пород, мощность которых, по данным наблюдений, варьирует от 200-300 м в речных долинах, до 400-500 м на водоразделах. Мощность сезонно-талого слоя 0,5-2,5 м.

Район экономически не освоен. В 40 км к югу от рудного поля находится ближайший населенный пункт - посёлок Себян-Кюель, имеющий аэродром с грунтовым покрытием. Более мелкие населенные пункты – пос. Алысардах, Суордах, Улага расположены в долине р. Дулгалах в 110-130 км восточнее границы района работ.

Административным центром улуса является поселок Сангар (в 300 км к западу от рудного поля), в котором действует речной порт на реке Лена. Транспортировку грузов можно осуществлять железной дорогой до станции Усть-Кут, либо Северным морским путем до порта Тикси, далее – по реке Лена до пристани п.Сангар. Поселки Сангар и Себян-Кюель связаны автомобильной дорогой длиной 280 км, которую можно использовать круглогодично. Заброску грузов также можно осуществлять по зимнику из п. Батагай, находящегося в 330 км к северо-востоку.

По данным Федеральной Службы государственной статистики Росстат население улуса в 2013 г составляло 13048 человек.

Водоснабжение может осуществляться из рек Аркачан, Сирелендже, Эндыбал, Мухалкан и Федор-Юрях, а также за счет многолетней наледи по р. Сирелендже.

Вблизи рудного поля ресурсы леса удовлетворяют нуждам временного строительства. В долинах крупных рек – Аркачан, Эндыбал, Ньюктаме имеются высокостойные лиственничные леса, древостой которых имеет диаметр от 0,25-0,3 до 0,6 м. Они могут быть использованы для целей строительства и крепежа горных выработок, а при проведении ГРП - для изготовления керновых ящиков и строительства временных сооружений. Из местных строительных материалов имеются ресурсы каолинит-гидросерицит-монтмориллонитовых глин для изготовления кирпича, алевролитов (керамзитовое сырье), песчано-гравийных смесей.

Снабжение электроэнергией производится от дизельной электростанции.

Многолетние наблюдения свидетельствуют о том, что климат территории резко континентальный, характеризуется значительным сезонным перепадом температур, небольшим количеством осадков с неравномерным распределением их по сезонам. Зима длительная и холодная, лето короткое - с середины июня до середины августа. Основная часть годовых осадков выпадает именно летом, зимы в основном малоснежные.

По данным метеостанции Себян-Кюель наиболее низкие температуры воздуха характерны для декабря и января, абсолютный минимум составляет минус 54⁰С. Самый тёплый месяц – июль, абсолютный максимум достигает плюс 34⁰С. Среднегодовая температура воздуха отрицательная и составляет минус 12,4⁰С. Значения средних температур по месяцам в районе работ приведены в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1 – Годовые показатели количества осадков в районе месторождения

Месяц											
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.
-35.8	-30.9	-25.3	-12.9	-0.8	8.5	13.3	9.9	0.4	-14.4	-25.3	-35.8

Среднегодовое количество осадков находится на уровне 250-300 мм, 60% из них выпадает в июне-августе в виде ливней. Первые месяцы зимы снежные, в октябре-ноябре выпадает наибольшее количество снега. Осадки в виде мокрого снега наблюдаются с апреля по сентябрь эпизодически. Сезонные данные метеостанции Себян-Кюель по количеству осадков в районе месторождения приведены в таблице 1.2.2 [5]

Таблица 1.2.2 – Годовые показатели количества осадков в районе месторождения

Вид осадков	Месяц												Год
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
жидкие	-	-	-	-	11	34	54	44	10	-	-	-	153
твёрдые	7	7	6	13	2	2	0.6	1	10	19	12	7	86.6
смешанные	-	-	-	-	4	11	4.4	11	9	1	-	-	40.4

Устойчивый снежный покров ложится в середине сентября и практически полностью сходит в конце мая. Число дней со снежным покровом составляет порядка 235. Высота снежного покрова в районе месторождения составляет 35-40 см, на подветренных склонах доходит до 70-90 см. Ледостав на реках наступает в конце сентября, вскрываются они в начале июня.

В геоморфологическом отношении площадка вахтового поселка расположена на пологих склонах, склонах средней крутизны и крутых склонах.

На пологих склонах растительность представлена единичной лиственницей. Подлесок – единичная карликовая берёзка. Покровом покрыто до 50% поверхности склона, представлен в основном мхом и ягелем. Микрорельеф – бугристый, реже - мелкобугристый. Рельеф частично нарушен тракторными дорогами и расчистками. До 30-40% поверхности склона поражено морозной сортировкой.

На склонах средней крутизны растительность представлена от единичной лиственницы до лиственничного леса средней густоты. Подлесок – карликовая берёзка, молодая поросль лиственницы. Покровом покрыто до 50% поверхности склона, представлен в основном мхом и ягелем. Микрорельеф – мелкобугристый и бугристый.

На крутых склонах растительность практически отсутствует. Подлесок – единичная карликовая берёзка. Покровом покрыто до 30-40% поверхности склона, представлен в основном мхом и ягелем. 60% поверхности склона подвержено криогенной десерпции. Микрорельеф – бугристый, реже мелкобугристый.

Абсолютные отметки поверхности в пределах исследуемого участка изменяются от 866,39 до 884,87 м (система высот Балтийская), перепад высот составляет 18,48 м.

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Геологическое изучение территории, включающей Мангазейское рудное поле, можно разделить на несколько этапов.

Первый этап (1765-1922 гг.) начался с открытия Т.Н. Кычкиным серебряно-свинцовых руд в бассейне ручья Эндыбал в 1764г. с последующей оценкой и попытками организовать опытную добычу руд из рудопроявлений Эндыбальской группы подземным способом (пятидесятник Нерчинской воеводской конторы Уродин, 1768г.; унтер-шихмейстер П. Метенев от Берг-коллегии, 1773г.). Короткие штольни и шахты проходились по богатым сульфидным жилам, но были остановлены из-за их малой мощности. К этому же этапу относится получение первых данных о геологическом строении района учеными-путешественниками в 1820 г. Ф.Н. Врангелем, в 1875 г. А.А. Чекановским и др.

Первое подробное описание геологического строения района выполнено Н.Т. Меглицким (1851г.). Он дал отрицательную экономическую оценку перспектив добычи серебро-свинцовых руд на р.Эндыбал. В дальнейшем интерес к объекту проявляли золотопромышленники А.М. Сибиряков и Н.Б. Верховенский (1892г.), М.Ф. Коковин, (1914г.) купец, затем народный комиссар финансов в правительстве Якутской АССР А.А. Семенов (1914-1922 гг.). Предприятием Семенова было добыто 167 т свинца (1915-1921 гг.). В дальнейшем добыча была доведена до 200 т.

На втором этапе (1927-1953 гг.) началось планомерное изучение Западного Верхоянья, включая и рассматриваемый район. К.Я Пятовским (1927г.) выполнено детальное описание района Эндыбальских рудников (Мангазейское рудное поле). Впервые была выделена Эндыбальская антиклиналь, определена приуроченность рудных образований к оси и восточному крылу структуры. Выполнено минералогическое описание руд. К.Я. Пятовский оценил уровень эрозионного среза и мощность зоны окисления (20-30 м).

В 1939г. в процессе поисковых работ геологами Эндыбальской партии (Сахаров, Буссен, была открыта крутопадающая секущая минерализованная зона дробления, к которой приурочено месторождение Вертикальное. Поисково-разведочные работы на полиметаллическое сырье на рудных зонах Михайловская, Кузьминская (Мангазейское месторождение) и серебряные руды на Безымянном месторождении проводились в разные годы Н.А Швембергером (1928г.); М.М. Константитовым и Г. В. Шульцем в 1934-1938 гг. (Шульц, 1938г.); С.С. Ванюшиным (1934г.), С.С. Смирновым, А.С. Сахаровым в 1938-1939гг. (Сахаров, Буссен, 1939г.); В.М. Базилевским и Г.В. Шульцем в 1952-1953 гг. (Базилевский, 1952г., 1959г.; Шульц, 1954г.). Н.П. Херасковым (Херасков, Колосов, 1934г.) и А.В. Зимкиным в 1944-45 гг. (Зимкин, 1957г.). Установлена повсеместная повышенная сереброносность галенитовых жил, а также выявлено собственно серебряное оруденение в пределах рудного поля (тела 1-4 месторождения Безымянное).

На третьем этапе (1955-1985 гг.) были выполнены региональные геологосъемочные работы масштаба 1:1 000 000 – 1:200 000 (Волкодав и др., 1964г.; Прокопьев и др., 1966г.; Иванов, 1966г., 1968г.; Веклич, 1967г., 1968г.; Яковлев, 1967г.), по результатам которых составлена Госгеолкарта СССР масштаба 1:200 000 (Веклич, 1978г.; Иванов, 1980г.). Поисково-съемочными работами масштаба 1:50 000 (Филимонов, 1969г., 1970г.; Хан, 1970г.; Бадарханов, 1971г.; Селивановский, 1972г.; Николаев, 1973г.; Тютюнников, 1974г.; Камалетдинов и др., 1975г.; Галабала и др., 1976г.; Гома и др., 1976г.; Сафонов, 1979г.; Артемов, 1980г.) в пределах выделенных рудоносных площадей выявлены и изучены многочисленные проявления и ореолы ртути, олова, вольфрама, молибдена, серебра. Составлены геологические карты, карты полезных ископаемых, геоморфологические карты, описано большое число опорных разрезов. Несмотря на то, что этими исследованиями не была охвачена площадь рудного поля, Эндыбальский рудный узел был оконтурен. Итогом работ этого этапа стало составление новой серии Государственной геологической карты СССР масштаба 1:1 000 000 (лист Q-52,53) (Натапов, 1984г.) с обобщением материалов по геологическому строению и полезным ископаемым.

На четвертом этапе в последние десятилетия (1989-2005гг.) в районе рудного поля выполнены среднемасштабное геологическое картирование, а также специализированные поисковые и тематические работы. Тематические и геологосъемочные работы масштаба 1:50 000 показали, что складчатые структуры осложнены пологими надвигами, в отдельных участках которых сосредоточено промышленное оруденение (Некрасов, 1997г.; Некрасов, 2000г.).

Тематическими исследованиями впервые изучена сереброносность всего Эндыбальского рудного узла, а входящее в него Мангазейское рудное поле по ресурсам серебра было оценено как уникальное (Шошин и др., 1995г.; Костин, 1994г.; Некрасов, 1997г.).

ЗАО «Прогноз», являющееся дочерней компанией канадской компании Silver Bear Resources Inc, с 2004 года ведет геологоразведочные работы на Мангазейской лицензионной площади. За это время были определены структурно-морфологические особенности рудной зоны «Вертикальный», изучен вещественный состав руд и проведены минералогические исследования, дана технико-экономическая оценка объекта.

1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология)

Рудное поле месторождения Вертикальное сложено терригенными отложениями Верхоянского комплекса (карбон-пермь), представляющими собой морские осадки. Породы прорваны дайками и штоками нижне-верхнеюрского и раннемелового возраста преимущественно кислого состава. В речных долинах и внизу склонов распространены современные четвертичные образования (лист 1).

Стратиграфия

В геологическом строении месторождения Вертикальное на исследованную глубину 4,0-20,0 м принимают участие отложения пермской системы нижнего отдела кыгылтасской свиты верхней подсвиты (P_1kg_2), перекрытые с поверхности современными и верхнечетвертичными отложениями техногенного ($tQIV$), ледникового ($gQ III$) генезисов.

Кыгылтасская свита (P_1kg_2), верхняя подсвита.

В строении нижней части подсвиты участвуют несколько пачек (по 40-50 м) переслаивающихся тонкозернистых песчаников, крупнозернистых алевролитов и аргиллитов. В верхней части подсвиты преобладают песчаники, включающие маломощные (5-10 м) пачки с тонкими прослоями алевролитов. Отмечаются линзы конгломератов. Мощность подсвиты 110 м,

залегание субгоризонтальное. Состав песчаников – кварц-олигомиктовые, часто известковистые.

В геологическом строении участка изысканий принимают участие верхнечетвертичные и современные отложения ледникового (gQ III) и озерно-болотного (Ib Q III-IV) генезисов.

Ледниковые отложения имеют повсеместное распространение по площади, мощность отложений более 15,0 м. Отложения представлены в основном галечниковом и гравийным грунтом с песчаным и супесчаным заполнителем, грунт с прослоями песка мелкого, пылеватого и гравелистого, а также суглинка мощностью от 1,2 до 5,0 м. На площадке также с глубины от 1,0 до 6,0 м вскрыты прослойки льда мощностью от 0,8 до 2,1 м. Лед плотный и пористый как с примесью песка, супеси, гравия и гальки до 30%, так и без примесей.

Озерно-болотные отложения имеют ограниченное распространение по площади, вскрыты скважинами №№ 6 и 7 под галечниковыми грунтами с глубины 0,7-2,0 м, мощностью от 0,9 до 2,3 м. Представлены торфом темно-коричневым среднеразложившимся и песком пылеватым серым, слабозаторфованным.

Магматизм

В строении рудного поля принимают участие интрузивные образования позднеюрского (Эндыбальского) и раннемелового (Куранахского) комплексов.

Позднеюрский интрузивный комплекс представлен субвулканическим телом риолитов и серией даек кислого и среднего состава.

Субвулканическое тело (Эндыбальский субвулкан) риолитов находится в правобережье р.Сирилендже, в водораздельной части руч. Порфиновый и Борисовский, в плане имеет изометричную форму размером 1,5 км в поперечнике. В рельефе массив выражен приподнятой на 100-150 м и выположенной возвышенностью.

Породы экзоконтакта – терригенные отложения кыгылтасской свиты вблизи контакта ороговикованы. Ширина ореола ороговикования, достигающая 250-400 м, позволяет предположить, что субвулкан имеет пологие контакты.

Центральная часть массива сложена риолитами, периферия – эруптивной брекчией, содержащей литокласты изверженных пород (риолитов, дацитов, риодацитов) и терригенных пород, а также кристаллокласты кварца и полевого шпата. Цемент брекчии риолитовый. По мере приближения к контактам увеличивается количество обломков вмещающих пород.

В рудном поле месторождения широко распространены позднеюрские дайки среднего и кислого состава, сложенные риолитами, дацитами, андезитами. Они обычно крутопадающие, секущие, реже субсогласные с вмещающими породами, мощность их 1-10 м, протяженность – сотни метров. Чаще всего они сопряжены с зоной Ньюктоминского глубинного разлома и приурочены к сводовой части Эндыбальской антиклинали.

Раннемеловой интрузивный комплекс представлен штоком плагиогранит-порфиров, прорывающим Эндыбальский субвулкан в его западной части. Выход штока в плане имеет форму, вытянутую в субширотном направлении, размеры 50x100 м, контакты крутопадающие.

Тектоника

Основной складчатой структурой района работ является Эндыбальская антиклиналь, к центральной части которой приурочено рудное поле месторождения Вертикальное. В ядре складки обнажаются отложения нижнекыгылтасской свиты, на крыльях – верхнекыгылтасской. Форма складки арочная асимметричная с падением осевой поверхности на юго-запад. Более пологое юго-западное крыло менее деформировано, осложнено мелкоамплитудной складчатостью, северо-восточное крыло значительно более осложнено, особенно на участках развития разрывной тектоники. Кроме этого северо-восточное крыло осложнено внедрением Эндыбальского

субвулканического массива и раннемелового штока плагиогранит-порфиров. Сводовая часть антиклинали пересечена зонами глубинных разломов – субмеридионального Ньюктоминского и поперечного Северо-Тирехтяхского, осложнена более мелкими разрывными нарушениями, частично залеченными позднеюрскими дайками кислого и среднего состава. В ходе изучения рудного поля установлено, что все интрузивные образования рудного поля являются дорудными. Минерализованная зона Вертикальная приурочена к сводовой части антиклинали и локализуется в протяженной зоне дробления северо-западного простирания, осложненной оперяющими трещинами и кулисообразными ответвлениями (апофизами).

Геоморфология

В геоморфологическом отношении район работ располагается на восточном склоне Верхоянского хребта и охватывает часть бассейнов р.р. Эчий, Аркачан, Буронджа в пределах плосковершинного Яно-Дулгалахского склона главного водораздела. Рельеф территории среднегорный. Максимальные отметки достигают 1472 м, превышения в среднем составляют 500-600 м. Большую часть района занимает Аркачанское плато, расположенное на границе двух крупных геоморфологических областей Восточной Якутии - Западно-Верхоянской и Яно-Оймяконской (Русанов и др., 1967г.). Адычанское плато входит в состав Яно-Адычанского плоскогорья Яно-Оймяконской геоморфологической области. Отроги главных водоразделов занимают лишь северную и южную части рассматриваемой территории. Геоморфологические особенности территории predetermined блоковым строением и преимущественным распространением выработанного рельефа.

1.4 Гидрогеологические условия

По мерзлотно-гидрогеологическому районированию Мангазейское рудное поле расположено в пределах Яно-Индигирского криогенного напорного бассейна, входящего в состав Яно-Колымского КНБ Верхояно-Чукотской гидрогеологической складчатой области. Бассейн отличается малой обводненностью, замедленным водообменом, сплошным распространением мощной толщи многолетнемерзлых пород и редкими таликовыми зонами. Характеризуется он малоконтрастными новейшими тектоническими движениями и слабыми недифференцированными поднятиями [6].

В районе размещения месторождения получили распространение надмерзлотные и подмерзлотные воды. Межмерзлотные водоносные горизонты отсутствуют.

К надмерзлотным водам относятся исключительно грунтово-поровые воды сезонно-талого слоя, приуроченные к приповерхностному слою четвертичных отложений, а также воды современных аллювиальных отложений (подрусловые). Естественные проявления подземных вод редки и представлены они, преимущественно, мочажинами, площадными и линейными высачиваниями из-под мохового слоя. Температура надмерзлотных вод обычно не выходит за рамки 1,0-1,5 °С. Надмерзлотный водоносный горизонт имеет повсеместное спорадическое распространение, за исключением днищ долин (пойма и надпойменная терраса) и прослежен на склонах долин вплоть до их основания. Подземные надмерзлотные воды тесно связаны с поверхностным стоком и существуют лишь в теплое время года. Наибольшая их активность приходится на период с мая по сентябрь.

Питание вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, оттайки сильнольдистых грунтов и процессов конденсации порового воздуха. Глубина залегания контролируется мощностью сезонно-талого слоя. Водоупором для них служат многолетнемерзлые породы. Их

движение происходит от гипсометрически выше расположенных участков к более низким уровням.

Надмерзлотный водоносный горизонт во время своего существования продолжительностью не более 160 суток претерпевает два этапа развития. С наступлением теплого периода постепенно увеличивается его мощность, и к концу августа она достигает максимальной величины 2,5-2,8 м. Затем начинается спад, и мощность зоны водонасыщения снижается до нуля. Эта цикличность обусловлена режимом промерзания и оттаивания сезонно-талого слоя. Область питания совпадает в общих чертах с площадью распространения щебенисто-дресвяного грунта с супесью и песком, т.е. в контуре развития делювиальных, коллювиальных и элювиальных отложений. Большую роль в питании играют твердые атмосферные осадки. При сходе снежного покрова значительная часть влаги вначале накапливается в моховом покрове, передвигаясь затем в грунты, где нисходящее движение влаги преобразуется в субгоризонтальное. Основной объем стока разгружается в основании склона долин, где мерзлые породы круглогодично залегают вблизи поверхности земли.

Минерализация воды колеблется от 32 до 467 мг/л. Воды с минимальной минерализацией имеют гидрокарбонатный и хлоридно-гидрокарбонатный щелочноземельный состав. Гидрокарбонатный химический тип охватывает почти всю рудную зону, где развиты преимущественно воды с минерализацией 100-470 мг/л.

Подрусловые воды в пределах района работ проявлены довольно слабо, так как приурочены к аллювиальным песчано-галечным отложениям небольших ручьев мощностью до 2 м. В зимний период подрусловые воды вместе с поверхностными водами ручьев полностью промерзают.

Подмерзлотные воды – это преимущественно трещинные воды, залегающие непосредственно под толщей многолетнемерзлых пород, и приуроченные к трещиноватой зоне криогенной дезинтеграции, появившейся в результате неоднократного промерзания и протаивания пород,

происходящих при миграции подошвы многолетнемерзлых пород. В пределах месторождения воды вскрыты одной разведочной скважиной на участке интенсивного развития разрывных нарушений.

По химическому составу воды относятся к гидрокарбонатно-хлоридному натриево-кальциевому типу.

Основная масса подземных вод бассейна рек и ручьев трасы автозимника связана с маломощной (10-50 м) зоной интенсивно-трещиноватых песчаников и сланцев преимущественно триасового и юрского возраста. К этой трещиноватой зоне, происхождение которой связано с мерзлотным выветриванием, возникающим в результате неоднократного замерзания и оттаивания воды, заключенной в горных породах в нижней части мерзлой зоны, и приурочены трещинные воды, напор которых обычно контролируется меженными уровнями речной сети.

Последнее обстоятельство указывает на связь подмерзлотных вод с поверхностными, соответственно на наличие подрусловых таликов развивающихся на участках речных долин. Подобная гидрогеологическая структура может способствовать инфильтрации поверхностных вод и вод подрусловых таликов в подмерзлотную трещиноватую зону, а также разгрузки последней в речных долинах на более низких отметках. По химическому составу подмерзлотные воды гидрокарбонатно-натриевые, пресные, с минерализацией менее 0,5 г/л.

На период изысканий подземные воды на участке работ не встречены.

Однако ранее проведенными изысканиями подземные воды были встречены на локально талом участке расположенном в долине р. Порфировая, появившийся уровень грунтовых вод на глубине 7,0-9,0 м, что соответствует абсолютным отметкам 914, 11-916, 40 м. Установившийся уровень грунтовых вод отмечен на глубине 6,3-8,4 м, что соответствует абсолютным отметкам 914,81-917,01 м.

Питание грунтовых вод, происходит преимущественно за счёт инфильтрации атмосферных осадков, оттаивания сезонно-мёрзлых грунтов,

разгрузка осуществляется по понижению рельефа и в ближайшую эрозионную сеть.

По химическому составу подземные воды хлоридные кальциево-натриевые и кальциево-магниевые, гидрокарбонатные натриевые с общей минерализацией 721,65-1100,23 мг/л.

Подземные воды среднеагрессивны к бетону нормальной проницаемости (марки W4) и слабоагрессивны к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании. Коррозионная активность грунтовых вод по отношению к свинцовой оболочке кабеля средняя и высокая, к алюминиевой – высокая.

1.5 Геологические процессы и явления

Наиболее развитыми физико-геологическими процессами и явлениями в пределах исследуемой территории являются мерзлотные процессы (морозное выветривание, пучение грунтов).

Морозное пучение грунтов. Одной из его разновидностей является общее сезонное пучение рыхлых грунтов в процессе их промерзания. Начало пучения приходится на середину – конец ноября и продолжается в течение всей зимы с максимальной интенсивностью с января по март. Наибольшая величина пучения наблюдается на переувлажненных участках в локальных понижениях рельефа, где существуют оптимальные условия для его развития (Рисунок 1.5.). На переувлажненных участках в текучих, текучепластичных глинистых грунтах сезонное пучение грунтов может достигать 30-50 см. К участкам с минимальной величиной пучения (до 1-2 см) относятся интервалы, сложенные песчаными грунтами с влажностью 15-25% и глубоким залеганием грунтовых вод [7].



Рисунок 1.5 – Участок с морозным пучением грунтов.

Выветривание. На участке изысканий выветриванию подвержены скальные грунты. Преобладает физическое выветривание.

Интенсивность развития физического, в большинстве случаев, морозное выветривание, определяет суровый климат с большими колебаниями годовых и суточных температур воздуха, а также наличие в районе глубокого промерзания горных пород. Выветриванию способствует тектоническая трещиноватость горных пород.

Процессы выветривания оказывают большое влияние на инженерно-геологические свойства пород и обуславливают возникновение и развитие других процессов и явлений.

Характер выветривания и состав продуктов разрушения определяется составом, текстурой и структурой коренных пород [7].

В зависимости от минералогических и структурных коренной породы, при выветривании могут образовываться глыбовые россыпи и даже распадаются на дресву.

Прогноз выветривания. При хозяйственном освоении территории максимальную активность процессов выветривания следует ожидать на участках вскрытия пород горными выработками (карьеры, выемки, проходка канав, траншей и т.п.).

Согласно приложению Б СП 115.13330.2016 категория опасности природных процессов, развитых на территории изысканий - от «умеренно опасных» до «весьма опасных» [13].

Категория опасности геологических процессов, развитых на территории проектируемого строительства по каждой из площадок приведены в таблице 1.7.1.

Таблица 1.7.1 – Категории опасности геологических процессов

Наименование опасного процесса	Площадная пораженность территории (%)	Категория опасности
морозное пучение	100%	весьма опасная
лавины	менее 10%	умеренно опасная
землетрясения	6	опасная

Район изысканий, оцениваемая на картах ОСР-97 как территория, попадающая на границу возможных 7 балльных сотрясений.

Детализация прогнозируемого приращения сейсмической угрозы по площади исследований позволила уточнить уровень сейсмической опасности площадок проектируемых сооружений. В численном выражении прогнозируемая балльность по объектам в среднем 5,56 баллов (метод сейсмических жесткостей), и 5,30 баллов, (метод регистрации микросейсм).

Приведенные в таблице данные рассчитаны для грунтов второй категории, сооружений повышенного уровня ответственности – карта ОСР-97В.

Наличие в пределах изученных участков предполагаемых разрывных нарушений является осложняющим фактором с точки зрения безопасности проектируемых сооружений.

Выполненные электроразведочные работы позволили выделить интервалы распространения погребенных льдов и сильно льдистых пород. С точки зрения сейсмического микрорайонирования следует учесть, что при растеплении грунтов оснований сооружений произойдет существенное повышение интенсивности прогнозируемого сейсмического воздействия - фактически, грунты, которые на момент исследований по своим

сейсмическим характеристикам относились к грунтам первой категории, при растеплении перейдут во вторую и третью категории. Соответственно, балльность площадок строительства может быть повышена на один или два балла.

По результатам выполнения замеров УЭС грунтов на объекте «Проект строительства горно-перерабатывающего комплекса на базе месторождения «Вертикальное» (ГПК «Вертикальное»)), определены УЭС грунтов на глубинах 1, 3, 5 и 10 м.

Удельные электрические сопротивления грунтов по участку работ оцениваются как весьма высокие. Средние показатели для площадок строительства составляют в пределах от 46876,93 до 56989.77 (при расчёте использованы данные для всей исследованной толщи от 0 до 45 м. глубины).

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о низкой коррозионной активности грунтов по отношению к стали и о чрезвычайно неблагоприятных грунтовых условиях для устройства заземлений.

Разделение грунтов по сейсмическим свойствам проведено согласно таблице 1* СП 14.13330.2014. Результаты приведены в таблице 1.7.2

Таблица 1.7.2 – Сейсмические свойства грунтов

№ ИГЭ	Наименование грунта	Категория грунтов по сейсмическим свойствам
слой 1	Лед	III
слой 3	Супесь заторфованная	III
1м	Песок гравелистый слабодистый	I
2м	Гравийный грунт с супесчаным заполнителем слабодистый	I
3	Галечниковый грунт слабовыветрелый	II
3м	Галечниковый грунт слабовыветрелый слабодистый	I

Линейная эрозия. При нарушении поверхности вдоль проектируемых трасс водовода, водоотводных канав, автодорог образуется слабая линейная эрозия.

В период производства строительных работ следует учитывать, что нарушение естественного сложения грунтов приводит к изменению их влажности, а, следовательно, и их физико-механических свойств. В этой связи в период производства строительных работ рекомендуется не допускать переувлажнения грунтов атмосферными и техногенными водами, а по их завершении восстанавливать почвенный покров во избежание развития процессов оврагообразования и линейной эрозии.

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

Месторождение Вертикальное, входящее в состав Мангазейского рудного поля административно относится к Кобяйскому улусу Республики Саха (Якутия).

Рельеф района работ характеризуется как интенсивно расчлененное среднегорье с абсолютными отметками 1000-1500 м, с относительными превышениями 400-500 м.

Мангазейское рудное поле расположено на восточных отрогах Верхоянского хребта, в северной части Аркачанского среднегорного плато, к северу и северо-востоку постепенно переходящего в сглаженное низкогорье Бытантайской межгорной впадины.

Гидрографическая сеть на площади работ она представлена озерно-речной сетью бассейна р. Аркачан, дренирующей центральную часть Мангазейского рудного поля.

Район месторождения характеризуется сплошным развитием многолетнемерзлых пород, мощность которых, по данным наблюдений, варьирует от 200-300 м в речных долинах, до 400-500 м на водоразделах. Мощность сезонно-талого слоя 0,5-2,5 м.

Климат территории резко континентальный, характеризуется значительным сезонным перепадом температур, небольшим количеством

осадков с неравномерным распределением их по сезонам. Зима длительная и холодная, лето короткое - с середины июня до середины августа.

Рудное поле месторождения Вертикальное сложено терригенными отложениями Верхоянского комплекса (карбон-пермь), представляющими собой морские осадки. Породы прорваны дайками и штоками нижне-верхнеюрского и раннемелового возраста преимущественно кислого состава. В речных долинах и внизу склонов имеют распространение современные четвертичные образования.

По мерзлотно-гидрогеологическому районированию район Мангазейское рудное поле расположено в пределах Яно-Индигирского криогенного напорного бассейна, входящего в состав Яно-Колымского КНБ Верхояно-Чукотской гидрогеологической складчатой области.

В районе изысканий получили распространение надмерзлотные и подмерзлотные воды.

Питание вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также за счет оттайки сильнольдистых грунтов и процессов конденсации порового воздуха.

Наиболее развитыми физико-геологическими процессами и явлениями в пределах исследуемой территории являются мерзлотные процессы, такие как морозное выветривание и пучение грунтов. Все эти процессы негативно влияют на строительство сооружений.

По совокупности условий исследуемую территорию в отношении строительства следует считать умеренно сложной, отнесенной ко II (средней) категории сложности.

Глава 2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Рельеф участка

В геоморфологическом отношении исследуемый участок расположен на пологих склонах, склонах средней крутизны и крутых склонах. Абсолютные отметки колеблются от 896 м до 844 м.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

Геологический разрез участка изысканий сложен современными и верхнечетвертичными отложениями ледникового (гляциального), техногенного и озерно-болотного генезиса, с прослоями льда (лист 2)

Техногенные грунты современных отложений вскрыты скважиной № 300 с поверхности. Мощность данного слоя составляет около 40 см и имеет локальное распространение и представлен насыпным щебенистым грунтом малой степени водонасыщения.

Ниже данного слоя залегают грунты современных и верхнечетвертичных отложений озерно-болотного генезиса, представленные сильнозаторфованной супесью, мощностью 1,2 м. Залегают как и выше лежащий слой, синклинально, то есть вогнуты сверху в виде чаши, имеет также локальное распространение.

Далее, скважиной № 300 вскрыта толща песков гравелистых твердомерзлых, слабобльдистых, гляциального генезиса верхнечетвертичных отложений. Залегают как и выше лежащий слой в виде чаши.

При изучении скважины № 2 пробуренной на расстоянии 79,69 м от скважины №300 можно отметить, что отложения залегают наклонно и согласно.

Первый с поверхности слой представлен верхнечетвертичными отложениями гляциального генезиса, которые состоят из галечникового слабовыветрелого грунта, средней степени водонасыщения, мощностью около 1 м.

Ниже можно наблюдать переслаивания толщ льда мощностью 2,1 и 1 м и твердомерзлого, слабольдистого гравийного грунта с песчаным заполнителем верхнечетвертичного возраста (мощность 2,4 м), а ниже 1,4 м, под таким же уклоном, что и вышележащие отложения.

Затем на глубине 6,9 м встречен твердомерзлый слабольдистый и слабывыветрелый галечниковый грунт, вскрытая мощность которого 8,1 м.

Скважиной № 1, находящейся в 23,88 м от скважины № 300 также вскрыт твердомерзлый, слабольдистый и слабывыветрелый галечниковый грунт, ледникового происхождения, вскрытая мощность которого 15 м.

В данной толще встречена небольшая прослойка льда на глубине 6,0 м, мощностью 1,0 м, и прослойка твердомерзлого, слабольдистого гравийного грунта с песчаным заполнителем, на глубине 8,2 м, мощностью 1,8 м.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

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

На разрезе исследуемого участка выделяются 3 стратиграфо-генетических комплекса верхнечетвертичных гляциальных и современных, техногенных и озерно-болотных отложений, которые состоят из дисперсных мерзлых грунтов.

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

Верхнечетвертичные отложения гляциального генезиса (gQIII):

Галечниковый грунт с супесчаным заполнителем темно-серого цвета.

На период изысканий грунт находился в талом и мерзлом состоянии. Грунт массивной криогенной текстуры, при оттаивании от малой степени водонасыщения до водонасыщенного. Обломочный материал представлен осадочными породами средней прочности, средней степени окатанности.

Показатели физических свойств грунтов: естественная влажность грунта изменяется от 0,06 до 0,08 д.ед., влажность на границе текучести 0,20 до 0,30 д.ед., влажность на границе раскатывания от 0,16 до 0,24 д. ед, плотность частиц грунта изменяется от 2,66 до 2,85 г/см³, плотность грунта 2,0 до 2,24 г/см³, коэффициент пористости от 0,22 до 0,40 д. ед.

Гравийный грунт с серым и черным песчаным заполнителем твердомерзлый, слабодистый.

На период изысканий гравийный грунт с песчаным заполнителем от 20 до 32%, находился в мерзлом состоянии. Грунт корковой криогенной текстуры, при оттаивании водонасыщенный. Обломочный материал представлен осадочными породами средней прочности и прочными, от плохой до хорошей степени окатанности.

Показатели физических свойств грунтов: естественная влажность грунта изменяется от 0,13 до 0,22 д. ед., влажность на границе текучести 0,28 до 0,39 д. ед., влажность на границе раскатывания 0,22 до 0,26 д. ед., плотность частиц грунта изменяется от 2,67 до 2,80 г/см³, плотность грунта 1,96 до 2,01 г/см³, коэффициент пористости от 0,33 до 0,60 д. ед.

Песок гравелистый твердомерзлый, слабодистый.

На период изысканий песок гравелистый, находился в мерзлом состоянии, массивной и слоистой криогенной текстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения. Обломочный материал хорошей и средней степени окатанности, представлен песчаником и алевролитом средней прочности и прочными.

Показатели физико-механических свойств грунтов: естественная влажность грунта изменяется от 0,11 до 0,16 д. ед., плотность частиц грунта изменяется от 2,40 до 2,72 г/см³, плотность грунта 1,73 до 1,91 г/см³, коэффициент пористости от 0,41 до 0,47 д. ед.

Также в разрезе присутствуют льды, которые на период изысканий были прозрачными, плотные, с примесями песка, гальки и органических остатков до 10-15%. С глубины определенной глубины лед становился пористым, рыхлым, без примесей.

Верхнечетвертичные и современные отложения техногенного генезиса (tQIV):

Насыпной щебенистый грунт малой степени водонасыщения

На период изысканий насыпной неоднородный, несележавшийся грунт, представленный щебенистым грунтом с супесчаным заполнителем до 20%, находился в сыпучемерзлом состоянии, при оттаивании малой степени водонасыщения. Обломочный материал представлен в основном алевролитом средней прочности.

Верхнечетвертичные и современные отложения озерно-болотного генезиса

(IbQIV):

Сильнозаторфованная супесь:

На период изысканий грунт был представлен сильнозаторфованной супесью, коричневого цвета, в мерзлом состоянии, при оттаивании пластичная.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,33 до 1,68 д. ед., влажность на границе текучести 0,34 до 0,36 д. ед., влажность на границе раскатывания 0,28 до 0,31 д. ед., плотность частиц грунта изменяется от 1,28 до 2,58 г/см³, плотность грунта 0,90 до 1,60 г/см³, коэффициент пористости от 0,69 до 2,86 д. ед.

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов.

Для выделения и характеристики инженерно-геологических элементов в основу отчета взяты данные со скважин, пробуренных ранее, рядом с проектируемым сооружением.

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012. Исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.

За единый инженерно-геологический элемент принимаются грунты, представленные часто сменяющимися тонкими слоями и линзами различными по виду, подвиду или разновидности грунтами. Слои и линзы, глинистого грунта или рыхлого песка с показателем текучести более 0,75, а также слои органо-минерального или органического грунта и другие, оказывающие существенное влияние на проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности. К таким типам могут быть отнесены слои льда, насыпного щебенистого грунта и органический грунт-торфа, а также толщи грунта с показателем текучести более 0,75 - гравийный грунт, заранее выделенные в отдельный инженерно-геологический элемент – ИГЭ-2м и слой 1, слой 2, слой 3 (ГОСТ 20522-2012. пункт 5.4) [11].

Таким образом, в разрезе предварительно можно выделить 4 инженерно-геологических элемента:

1. ИГЭ-1м – песок гравелистый твердомерзлый, слабльдистый (gQ_{III});
2. ИГЭ-2м – гравийный грунт с песчаным заполнителем, твердомерзлый, слабльдистый (gQ_{III});
3. ИГЭ-3 – галечниковый грунт с супесчаным заполнителем слабовыветрелый, средней степени водонасыщения (gQ_{III});

4. ИГЭ-3м – галечниковый грунт с супесчаным заполнителем, твердомерзлый, слабольшедистый, слабовыветрелый (gQ_{III}).

Также выделены 3 слоя:

1. Слой 1- лед;
2. Слой 2- насыпной щебенистый грунт малой степени водонасыщения (tQ_{IV});
3. Слой 3- супесь сильнозоторфованная (lbQ_{III-IV});

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

- влажность на границе текучести – W_L , д. ед;
- влажность на границе раскатывания – W_P , д. ед;
- влажность – W , д. ед;
- коэффициент пористости – e , д. ед;
- плотность грунта, $г/см^3$.

Графики изменения показателей свойств грунтов по глубине, для предварительно выделенных элементов, приведены на рис. 1-17.

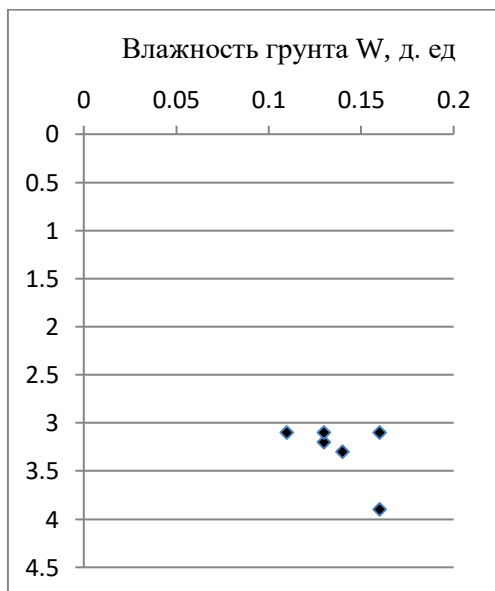


Рисунок 1 – Изменение влажности гравелистого песка (ИГЭ-1 м) по глубине

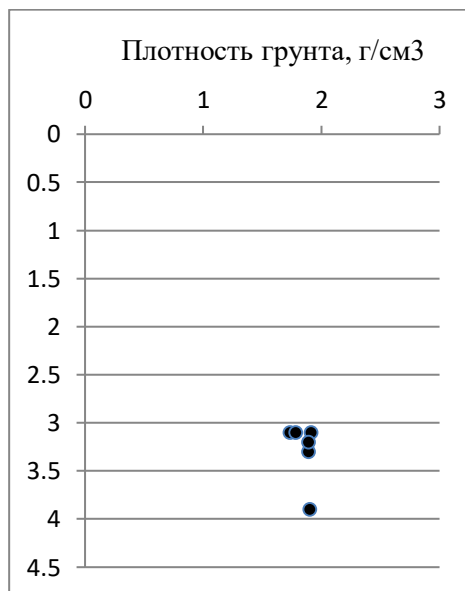


Рисунок 2 – Изменение плотности гравелистого песка (ИГЭ-1 м) по глубине

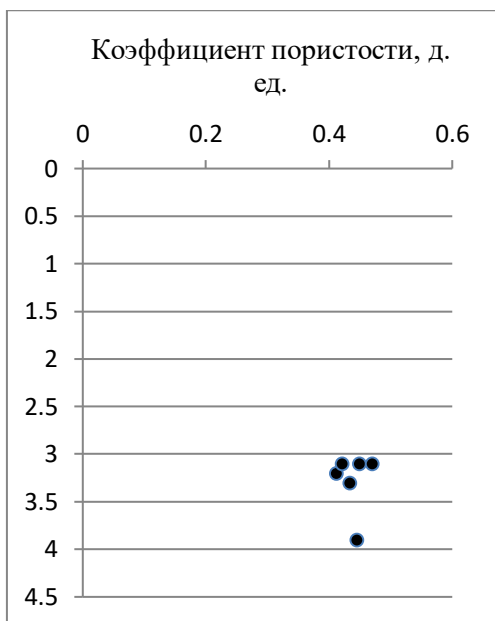


Рисунок 3 – Изменение коэффициента пористости гравелистого песка (ИГЭ-1 м) по глубине

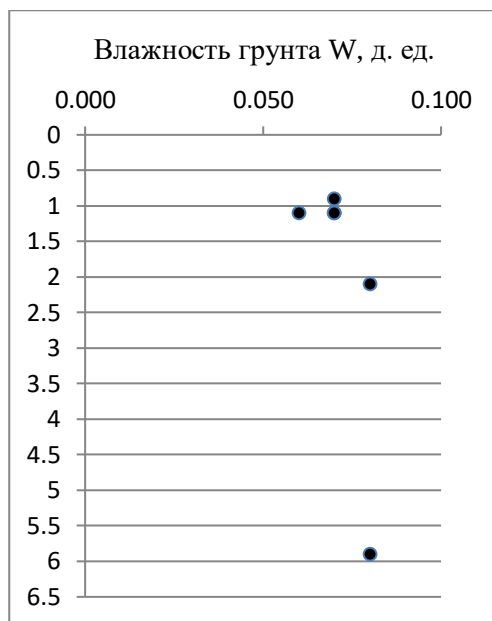


Рисунок 4 – Изменение влажности супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3) по глубине

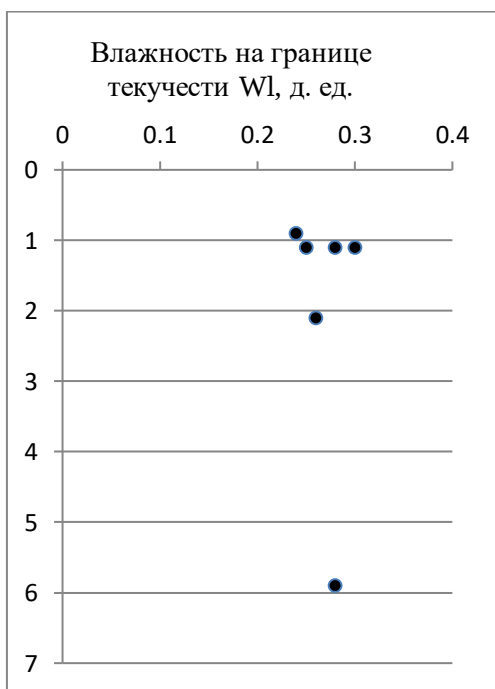


Рисунок 5 – Изменение влажности на границе текучести супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3) по глубине



Рисунок 6 – Изменение влажности на границе раскатывания супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3) по глубине

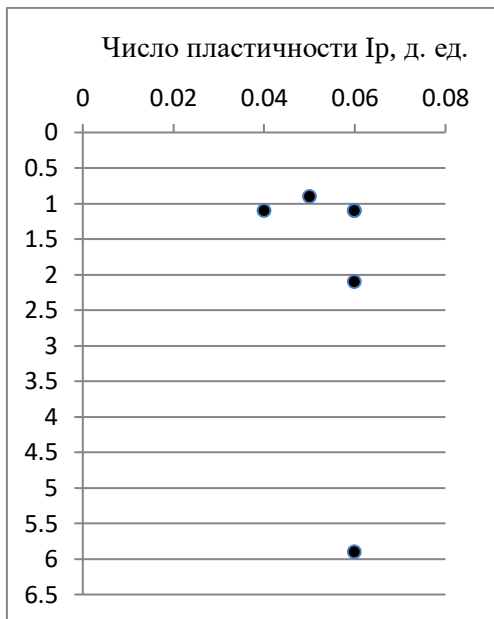


Рисунок 7 – Изменение числа пластичности супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3) по глубине

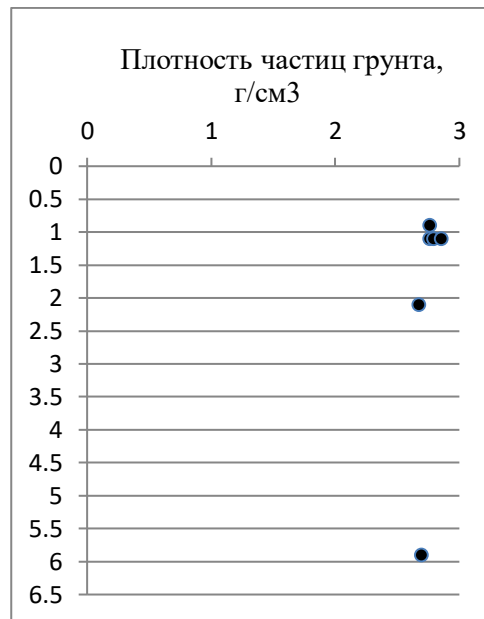


Рисунок 8 – Изменение плотности частиц галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3) по глубине

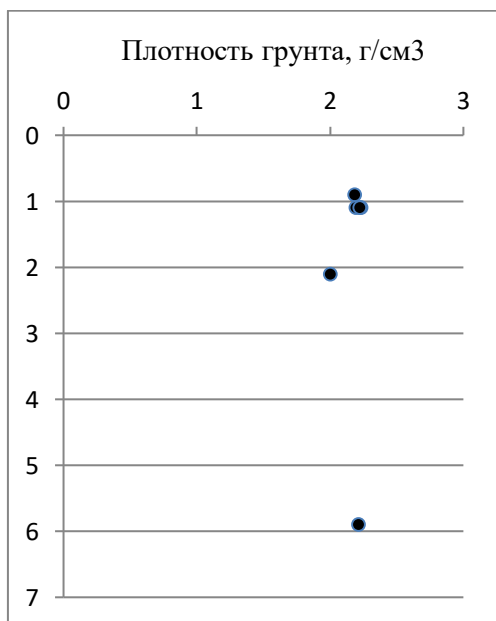


Рисунок 9 – Изменение плотности галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3) по глубине

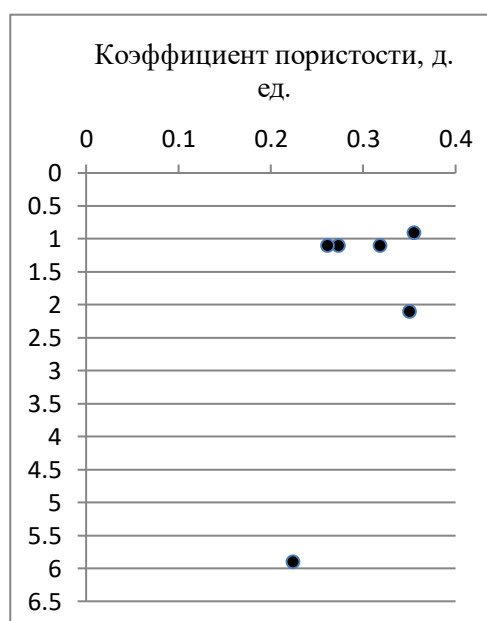


Рисунок 10 – Изменение коэффициента пористости галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3) по глубине

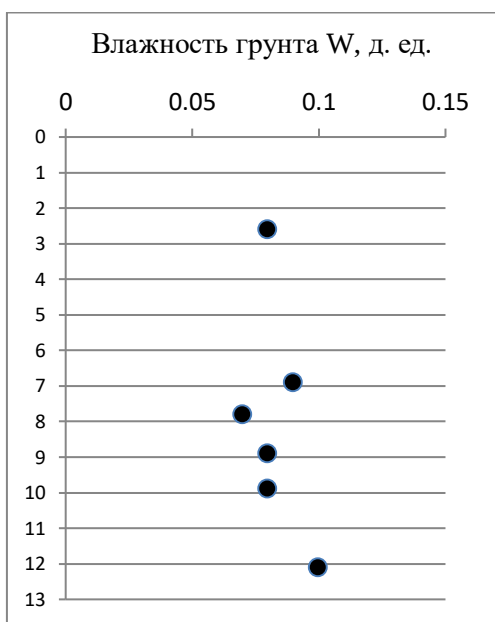


Рисунок 11 – Изменение влажности галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3м) по глубине

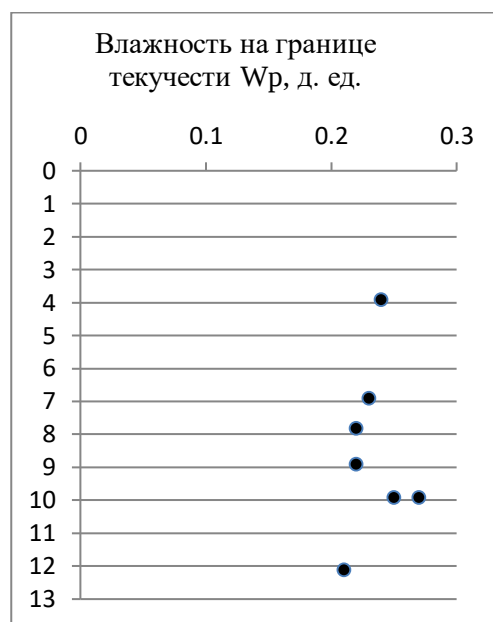


Рисунок 12 – Изменение влажности на границе текучести супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3м) по глубине

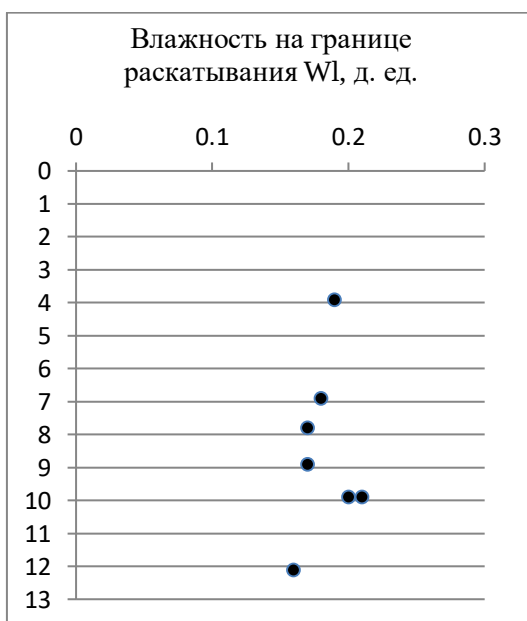


Рисунок 13– Изменение влажности на границе раскатывания супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3м) по глубине

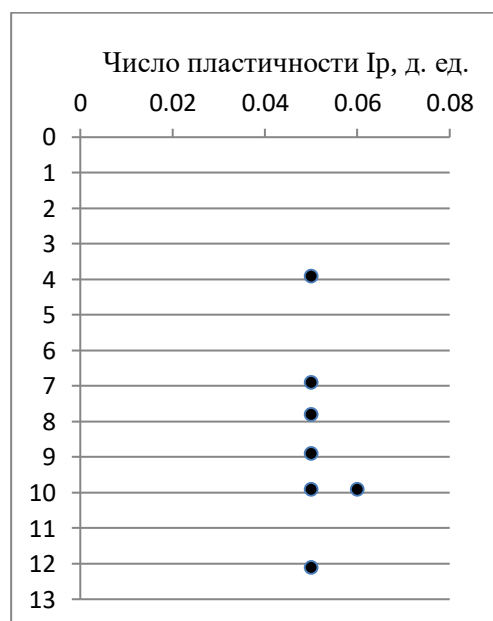


Рисунок 14 – Изменение числа пластичности супесчаного заполнителя галечникового грунта (ИГЭ-3м) по глубине

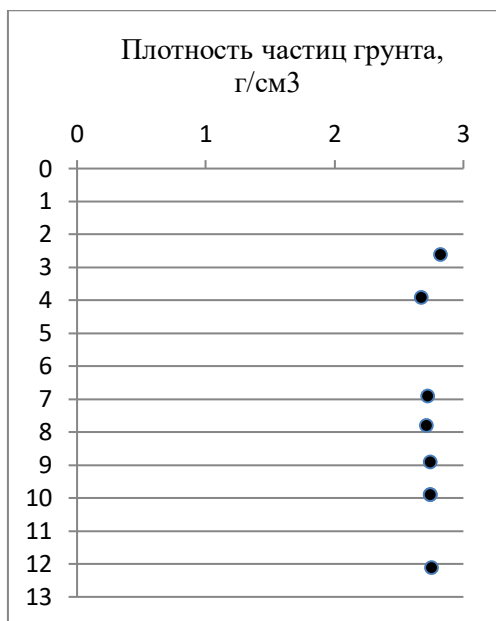


Рисунок 15 – Изменение плотности частиц галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3м) по глубине

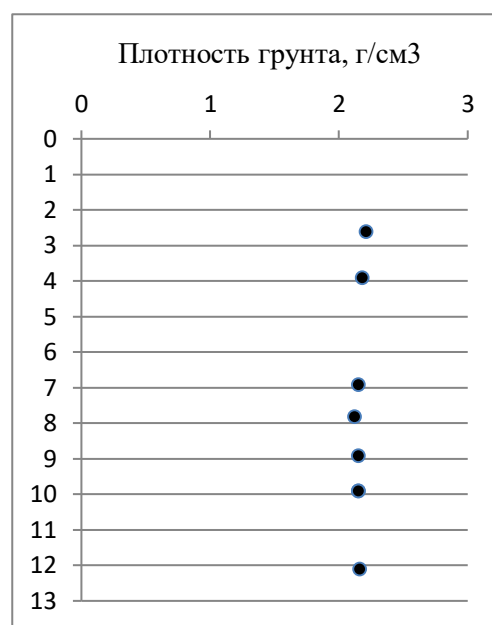


Рисунок 16 – Изменение плотности галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3м) по глубине

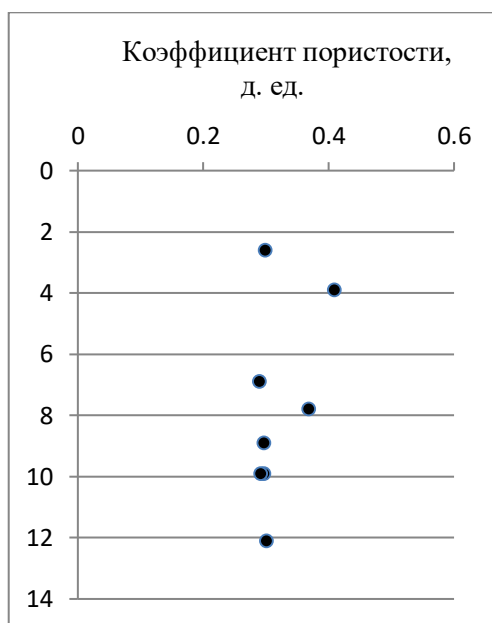


Рисунок 17 – Изменение коэффициента пористости галечникового грунта с супесчаным заполнителем (ИГЭ-3м) по глубине

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. рассчитывается коэффициент вариации (V) [11].

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

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

где S – 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 [11].

Если не выполняется условие $V < V_{\text{доп}}$, то необходимо разделить ИГЭ на два, или несколько новых [11].

Для обоснования расчленения предварительно выделенных ИГЭ были рассчитаны коэффициенты вариации по физическим характеристикам грунтов (таблицы 1-3).

В таблице 2.4.1 приведена статистическая обработка данных по песку гравелистому (ИГЭ-1м).

Таблица 2.4.1 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-1м (песок гравелистый твердомерзлый, слабльдистый (gQ_{III}))

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Влажность грунта, W , д.ед	0,019	0,138	0,140
Коэффициент пористости, д. ед.	0,021	0,439	0,048

Как видно из таблицы 2.4.1 коэффициенты вариации для песка гравелистого, твердомерзлого не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно дополнительное разделение ИГЭ не требуется [11]. Для гранулометрического состава статистическую обработку выполнить невозможно из-за недостаточности образцов.

В таблице 2.4.2 приведена статистическая обработка данных по галечниковому грунту (ИГЭ-3).

Таблица 2.4.2 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-3м (галечниковый грунт с супесчаным заполнителем твердомерзлый, слабольдистый, слабовыветрелый (gQ_{III})).

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Влажность грунта, W , д. ед	0,010	0,083	0,124
Влажность на границе текучести для супесчаного заполнителя, W_L ,	0,022	0,268	0,083
Влажность на границе раскатывания для супесчаного заполнителя, W_p , д. ед.	0,023	0,21	0,104
Число пластичности для супесчаного заполнителя, д. ед.	0,008	0,055	0,150
Плотность частиц грунта, g/cm^3	0,066	2,753	0,024
Плотность грунта, g/cm^3	0,086	2,172	0,04
Коэффициент пористости, д. ед.	0,043	0,321	0,134

Как видно из таблицы 2.4.2 коэффициенты вариации для галечникового грунта твердомерзлого с супесчаным заполнителем не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется [11]. Для гранулометрического состава статистическую обработку выполнить невозможно из-за недостаточности образцов.

В таблице 2.4.3 приведена статистическая обработка данных по супеси (ИГЭ-3).

Таблица 2.4.3 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-3(галечниковый грунт с супесчаным заполнителем слабовыветрелый, средней степени водонасыщения (gQ_{III}))

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Влажность грунта, W , д. ед	0,008	0,072	0,105
Влажность на границе текучести для супесчаного заполнителя,, W_L ,	0,021	0,234	0,088
Влажность на границе раскатывания для супесчаного заполнителя,, W_p , д. ед.	0,018	0,183	0,098
Число пластичности для супесчаного заполнителя, д. ед.	0,004	0,051	0,073
Плотность частиц грунта, g/cm^3	0,042	2,736	0,015
Плотность грунта, g/cm^3	0,026	2,159	0,012
Коэффициент пористости, д. ед.	0,045	0,318	0,140

Как видно из таблицы 2.4.3 коэффициенты вариации для галечникового грунта слабовыветрелого с супесчаным заполнителем не превышают 0,15, (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) следовательно, не требуется дополнительное разделение ИГЭ [11]. Для гранулометрического состава статистическую обработку выполнить невозможно из-за недостаточности образцов.

В результате анализа пространственной изменчивости частных значений показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами, с учётом данных о геологическом строении, литологических особенностей грунтов, выделены 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ) и 3 слоя:

1. ИГЭ-1м – песок гравелистый твердомерзлый, слабльдистый (gQ_{III});
2. ИГЭ-2м – гравийный грунт с песчаным заполнителем, твердомерзлый, слабльдистый (gQ_{III});

3. ИГЭ-3 – галечниковый грунт с супесчаным заполнителем, слабовыветрелый, средней степени водонасыщения (gQ_{III});
4. ИГЭ-3м – галечниковый грунт с супесчаным заполнителем, твердомерзлый, слабодистый, слабовыветрелый (gQ_{III}).
5. Слой 1- лед;
6. Слой 2- насыпной щебенистый грунт малой степени водонасыщения (tQ_{IV});
7. Слой 3- супесь сильнозоторфованная (lbQ_{IV}).

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Определение нормативных χ_n и расчетных χ значений характеристик грунтов для ИГЭ в следует проводить в соответствии с пунктами 6.2-6.6 ГОСТ 20522-2016 [11].

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012, методом статистической обработки частных значений характеристик [11].

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

Показатель точности (погрешности) ее среднего значения ρ_α по формуле:

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha \cdot V}{\sqrt{n}}$$

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

Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов принимают равной при расчетах оснований по первой группе предельных состояний 0,95, по второй группе - 0,85 [11].

Для расчета коэффициента надежности по грунту γ_g использована формула:

$$\gamma_g = \frac{1}{1 - \rho_\alpha}$$

Расчетные значения характеристик грунтов ρ для расчетов по несущей способности обозначают ρ_I а по деформациям - ρ_{II} , которые вычисляются по формуле:

$$\rho_{I,II} = \frac{\rho_{ср}}{\gamma_g}$$

Расчеты представлены на листе 3.

2.4 Гидрогеологические условия

В районе размещения месторождения получили распространение надмерзлотные и подмерзлотные воды. Межмерзлотные водоносные горизонты отсутствуют.

На период изысканий подземные воды на участке работ не встречены. Однако, в пределах слоя сезонного оттаивания возможно появление надмерзлотных подземных вод типа «верховодки».

Питание вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, оттайки сильнольдистых грунтов и процессов конденсации порового воздуха. Глубина залегания обычно контролируется мощностью сезонно-талого слоя. Водоупором для них служат многолетнемерзлые породы. Движение их происходит от гипсометрически выше расположенных участков к более низким уровням.

По материалам изысканий прошлых лет минерализация воды колеблется от 32 до 467 мг/л. Воды с минимальной минерализацией имеют гидрокарбонатный и хлоридно-гидрокарбонатный щелочноземельный состав. Гидрокарбонатные воды, с минерализацией 100-470 мг/л, охватывают почти всю рудную зону.

2.5 Специфические грунты

По данным инженерно-геологических исследований в соответствии со СП 11-105-97 (часть III) к специфическим грунтам на участке изысканий относятся многолетнемерзлые грунты.

Многолетнемерзлые грунты имеют повсеместное распространение.

Многолетнемерзлые грунты в слое сезонного оттаивания дают осадку. В процессе строительства и эксплуатации данные неравномерные осадки могут привести к разрушению конструкций сооружения.

Неравномерные осадки грунта могут происходить, как из-за неравномерного оттаивания, так и из-за различной льдистости грунта, что может потребовать проведение мероприятий по уменьшению этих осадков и приспособление конструкций сооружений к повышенным деформациям. Максимальная величина осадки для песка составляет 0,25 м, для крупнообломочных грунтов - 0,1 м.

Также необходимо отметить, что на площадке проектируемого объекта встречены погребенные льды. Лед как плотный, мутный с примесью песка, супеси, гравия и гальки, так и чистый прозрачный.

При использовании специфических грунтов в качестве оснований руководствоваться требованиями СП 25.13330.2012 [29].

2.6 Геокриологические условия участка

Участок месторождения характеризуется сплошным развитием многолетнемерзлых пород, мощность которых, по данным наблюдений, варьирует от 200-300 м в речных долинах, до 400-500 м на водоразделах. Мощность сезонно-талого слоя 0,5-2,5 м.

Глубина сезонного оттаивания зависит от летней температуры воздуха, растительного и мохового покрова, влажности и литологического состава грунтов зоны аэрации и т.д. Максимальные глубины оттаивания наблюдаются на водоразделах, а минимальные – на заторфованных участках склонов и долин.

2.7 Геологические процессы и явления на участке

Наиболее развитыми физико-геологическими процессами и явлениями в пределах исследуемой территории являются мерзлотные процессы - морозное выветривание, пучение грунтов, а также такие процессы, как заболачивание, курумы.

В центральной части исследуемой территории, на более пологих участках, наблюдается заболачивание местности. В основном на ледниковых и моренных отложениях галечниковых и гравийных грунтах с песчаным и супесчаным заполнителем.

На северо-западе и юго-востоке от проектируемого сооружения выделены вытянутые участки с развитым морозным пучением. Обычно данный процесс наблюдается на склонах средней крутизны и с мелкобугристым и бугристым рельефом.

На крутых склонах с элювиально-делювиальными отложениями с щебенистыми и дресвяными грунтами, с супесчаным заполнителем, развиты

курумы и также морозное пучение.

2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Категория сложности инженерно-геологических условий определяется по совокупности факторов СП 11-105-97 (часть IV) [37]. Если один из факторов будет отнесен к более высокой категории сложности, чем другие, то категорию сложности инженерно-геокриологических условий необходимо устанавливать по этому фактору.

На данном участке изысканий категория сложности инженерно-геологических условий относится ко II, так как:

– Геологические условия - в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – II категории сложности (средняя сложность). В предполагаемой сфере взаимодействия сооружений с геологической средой на участке выделяется не более четырех литологических слоев, которые залегают наклонно и с выклиниванием, а также имеется существенное изменение характеристик свойств грунтов и в плане, и по глубине. Также скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.

– Геокриологические условия также относятся ко II категории сложности II, так как имеются незначительная изменчивость льдистости по глубине и по простиранию на плане. Так же имеет значение локального распространения жильного и пластового льда.

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

Основной причиной ухудшения инженерно-геокриологических условий площадок в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений является отепляющий эффект. Он вызван следующей причинно-следственной цепочкой: рубка деревьев и корчевка пней в пределах площадок строительства с нарушением дернового покрова приводит к образованию промоин и оврагов на склонах. Нарушение дернового покрова в пределах низменности приводит к нарушению терморегуляции в пределах деятельного слоя и связано с повышенным снегонакоплением. В аномально теплые и многоснежные зимы последних лет повышенные снегонакопления в понижениях рельефа оказывает отепляющее влияние на верхний горизонт многолетнемерзлых пород.

Большое значение для появления отепляющего эффекта так же может послужить строительство сооружения с высокой температурой воздуха в помещении, что также приведет к оттаиванию верхних слоев многолетнемерзлых пород, переходу из твердомерзлого состояния грунта в пластичномерзлое и до полного оттаивания, что приведет к неравномерной осадки сооружения, и к неустойчивости склона на котором будет происходить строительство.

Так как проектируется сооружение – котельная, для которого характерна высокая температура внутри помещений, что может привести к полному оттаиванию или к переходу с твердомерзлого состояния в пластичномерзлое.

При проектировании таких сооружений необходимо учесть возможные изменения геокриологических условий при строительстве и эксплуатации, провести теплотехнические расчеты основания, в которых нужно учитывать

принцип использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания, тепловое и механическое взаимодействия сооружения и основания.

На исследуемом участке запланировано строительство двух сооружений отличающиеся оптимальной схемой сооружения, типом фундамента и геокриологическими условиями, вследствие чего будут применены разные принципы использования мерзлых грунтов в качестве оснований сооружений:

- I. В мерзлом состоянии в течение строительства и заданного периода эксплуатации;
- II. В оттаивающем или в оттаявшем состоянии.

В данном случае площадки участка строительства по разным принципам должны располагаться на определенном минимальном расстоянии друг от друга, то есть должны быть разделены достаточными мерзлотными разрывами.

Необходимая величина мерзлотного разрыва определяется аналитически, то есть расчетом стационарных температурных полей оснований сооружений с учетом их взаимного теплового влияния.

То есть в случае, когда среднегодовая температура поверхности грунта под самим зданием, возводимым по принципу I, сохраняется равной среднегодовой температуре грунтов t_0 в естественных условиях, расчет может быть выполнен приближенно.

Для данных расчетов нужны следующие параметры и характеристики:

- температура воздуха в сооружении, возводимом по принципу II, T_{in} ($^{\circ}\text{C}$);
- ширина и длина сооружения, B и L (м);
- термическое сопротивление пола, R_0 ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$);
- теплопроводность талого и мерзлого гравелистого грунта, λ_{th} и λ_f ($\text{ккал}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C}$);
- среднегодовая температура многолетнемерзлого грунта, t_0 ($^{\circ}\text{C}$);

- допустимое относительное повышение среднегодовой температуры мерзлого грунта под наружным фундаментом, возводимого по принципу I, Δ (д. ед.);
- глубина, в пределах которой среднегодовая температура грунта не должна превышать величин $t_0 - \Delta t$ (t_0 , берется со знаком «минус»), Н (м).

Для определения мерзлотного разрыва от котельной, шириной 20 м, с температурой воздуха внутри здания равной $+25^\circ\text{C}$, $\lambda_{th} = 1,8$ ккал/м·ч· $^\circ\text{C}$, $\lambda_f = 1,85$ ккал/м·ч· $^\circ\text{C}$ (согласно СП 25.13330.2012, таблица Б.8) [17], термическое сопротивление пола равно $3 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$, $t_0 = -10^\circ\text{C}$, $\Delta = 0,1$ д.ед., Н=13 м, вычисляются параметры α и β по формулам:

$$\alpha = \frac{\lambda_{th} \cdot R_0}{B} = \frac{1,8 \cdot 3}{20} = 0,27$$

$$\beta = -\frac{\lambda_f \cdot t_0}{\lambda_{th} \cdot T_{in}} = -\frac{1,85 \cdot (-3)}{1,8 \cdot 25} = 0,12$$

По вычисленным значениям на рисунке 2.9.1.1 и рисунке 2.9.1.2 можно определить такие значения, как β' , $\frac{Z_m}{B}$ и $\frac{L_u}{B}$.

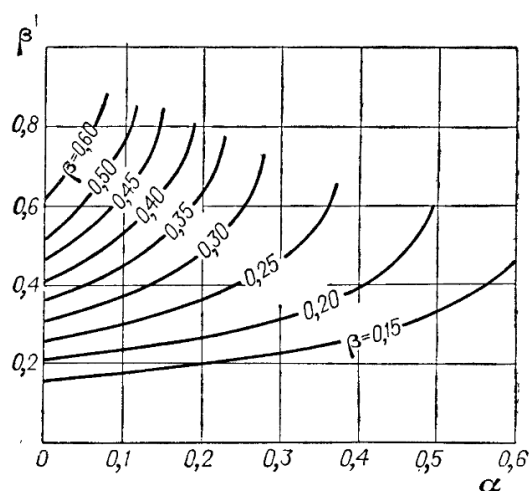


Рисунок 2.9.1.1 – Номограмма для определения β'

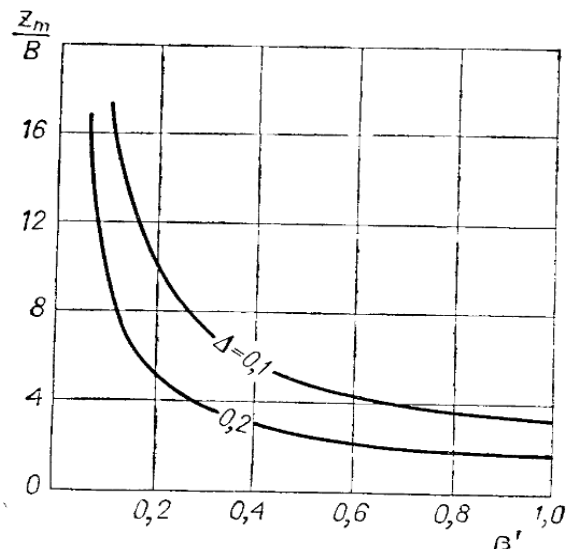


Рисунок 2.9.1.2 – График для определения значений $\frac{Z_m}{B}$

Так как известно допустимое относительное повышение среднегодовой температуры мерзлого грунта под наружным фундаментом, возводимого по принципу I использован график для $\Delta=0,1$ д. ед., для которого параметр $\frac{H}{B} = \frac{13}{20} = 0,65$ м.

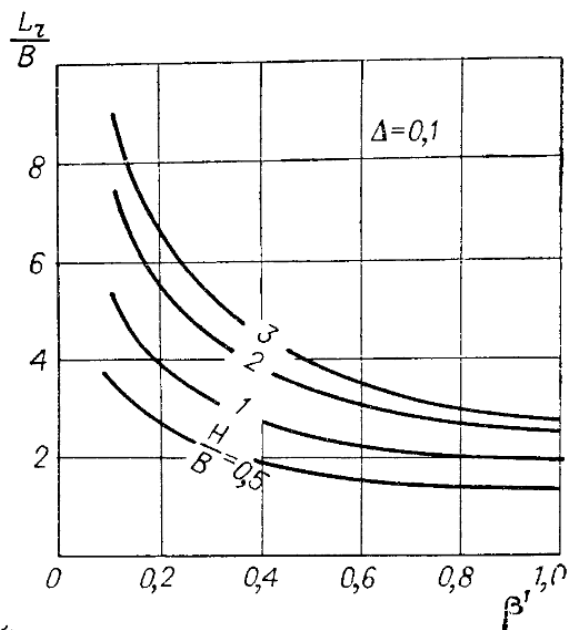


Рисунок 2.9.1.3 – График для определения значений $\frac{L_z}{B}$

Исходя из данных рисунков β' приблизительно равен 0,54, а значение $\frac{Z_m}{B}$ равно 5, которое, в свою очередь больше значения $\frac{H}{B}$, поэтому значение $\frac{L_z}{B}$

определено по графику (рисунок 2.9.1.3) –1,8, то есть мерзлотный разрыв $L_q = 1,8 \cdot 20 = 36$ м.

Рассчитанная величина мерзлотного разрыва и необходимые параметры представлена на листе 4.

Учет теплового влияния котельной требует поддержания определенного теплового режима в период эксплуатации. Все это необходимо при строительстве сооружения по II принципу

Для этого рассчитывается чаша оттаивания под зданием за определенный срок, при этом среднегодовая температура грунта повысится и грунты перейдут либо в пластичномерзлое состояние, либо оттают.

Расчет глубины оттаивания грунтов в основании данного сооружения H_c , м, за время его эксплуатации t , ч, производится по формулам:

под серединой сооружения:

$$H_c = k_n(\xi_c - k_c) \cdot B;$$

под краем сооружения:

$$H_e = k_n(\xi_e - k_e - 0,1\beta\sqrt{\psi})B,$$

где k_n – коэффициент, определяемый по таблице К.1 (СП 25.13330.2012) [17] в зависимости от значения L/B , то есть отношения длины и ширины сооружения, и значений параметров β и ψ , равный, для данного сооружения 0,9.

ξ_c и k_c , ξ_e и k_e – коэффициенты, определяемые по рисунку 2.9.1.4 в зависимости от значений α_R , β и ψ ., которые определяются по формулам:

$$\alpha_R = \alpha_R R_0 / B;$$

$$\beta = \frac{\lambda_f(t_0 - T_{bf})}{\lambda_{th}(T_{in} - T_{bf})};$$

$$\psi = \lambda_{th} T_{in} t / L_v B^2,$$

где t – время эксплуатации, час;

T_{bf} – температура начала замерзания грунта, °C;

L_v – теплота таяния мерзлого грунта, ккал/м³, определяемый по формуле:

$$L_v = L_0(w_{tot} - w_w)\rho_d,$$

где $L_0 = 80$ ккал/кг – удельная теплота фазовых превращений вода-лед в расчете на единицу массы;

ρ_d – плотность сухого грунта (скелета грунта) кг/м³;

w_{tot} – суммарная влажность мерзлого грунта, д. ед;

w_w – влажность мерзлого грунта за счет содержания в нем воды сохранившейся в незамерзшем состоянии.

Для того, чтобы уточнить поведение грунта под сооружением, рассчитаны глубины его оттаивания и в пластичномерзлом и в оттаявшем состоянии, то есть $t_{0пл}$ – минус 3 °С, $t_{0от}$ – 0 °С.

Теплота таяния грунта в первом случае равна:

$$L_v = L_0(w_{tot} - w_w)\rho_d = 80 \cdot (0,07 - 0) \cdot 1985 = 11116 \text{ ккал/м}^3,$$

где w_w определяется по формуле:

$$w_w = k_w w_p.$$

Так как коэффициент k_w – коэффициент, принимаемый в зависимости от температуры грунта и числа пластичности, согласно СП 25.13330.2012, для крупнообломочного грунта, равен 0, то значение w_w так же приравнивается нулю. Для начала определяются параметры α_R и β :

$$\alpha_R = \alpha_R R_0 / B = 1,8 \cdot 3 / 20 = 0,27;$$

$$\beta = \frac{\lambda_f(t_0 - T_{bf})}{\lambda_{th}(T_{in} - T_{bf})} = \frac{1,85(-3 - 0)}{1,8(25 - 0)} = 0,12;$$

T_{bf} равен нулю, согласно ГОСТ 25100-2011[29], для крупнообломочных грунтов.

Изначально требуется рассчитать глубину оттаивания за самый долгий срок эксплуатации для грунтов в пластичномерзлом состоянии, то есть за 20 лет, тогда коэффициент ψ равен:

$$\psi = \lambda_{th} T_{int} t / L_v B^2 = 1,80 \cdot 25 \cdot 175200 / 11116 \cdot 20^2 = 1,77.$$

Далее по графикам (рисунок 2.9.1.4) определяем коэффициенты ξ_c и k_c и ξ_e и k_e .

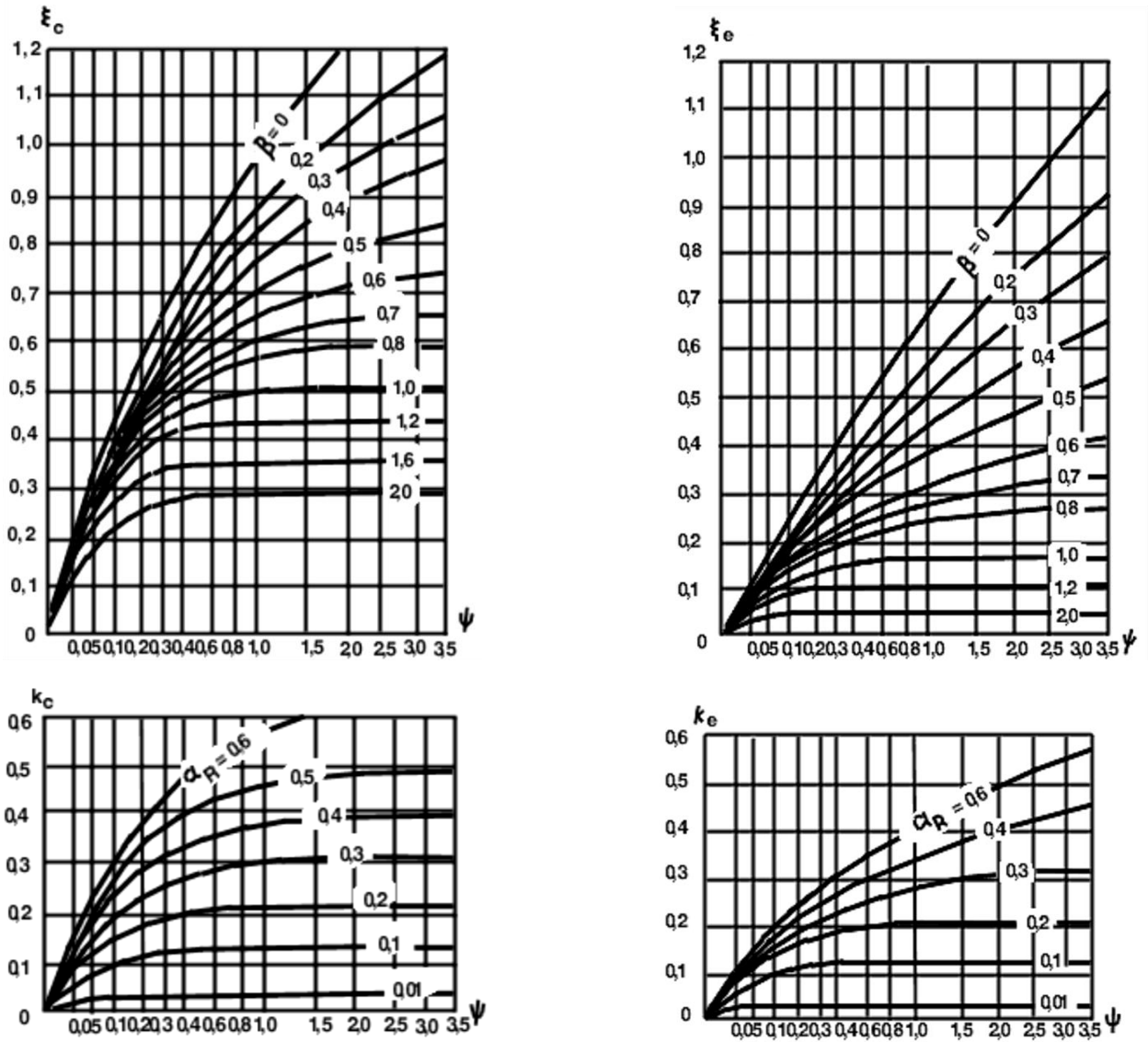


Рисунок 2.9.1.4 – Графики для определения коэффициентов: а) ξ_c и k_c ;

б) ξ_e и k_e

Отсюда ξ_c равен 1,15, k_c – 0,28, ξ_e – 0,85, а коэффициент k_e – 0,28.

Предварительно определив коэффициент $k_n = 0,90$, в зависимости от длины и ширины сооружения и значений параметров β и ψ , можно рассчитать глубины оттаивания грунтов в основании незаглубленного

сооружения под серединой сооружения H_c , м, и под краем сооружения H_e , м:

$$H_c = 0,90(1,15 - 0,28) \cdot 20 = 15,66 \text{ м};$$

$$H_e = 0,90(0,85 - 0,28 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{1,77})20 = 9,99 \text{ м}.$$

Таким образом, рассчитаны глубины оттаивания определенных отрезков времени эксплуатации. Далее проводим расчеты аналогично предыдущим.

Для 15 лет:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 131400 / 11116 \cdot 20^2 = 1,33;$$

$$\xi_c - 1,03, k_c - 0,28, \xi_e - 0,73, k_e - 0,27, k_n = 0,91.$$

$$H_c = 0,91 (1,03 - 0,28) \cdot 20 = 15,50 \text{ м};$$

$$H_e = 0,91(0,73 - 0,27 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{1,33})20 = 8,12 \text{ м}.$$

Для 10 лет:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 87600 / 11116 \cdot 20^2 = 0,89;$$

$$\xi_c - 0,91, k_c - 0,28, \xi_e - 0,61, k_e - 0,25, k_n = 0,93.$$

$$H_c = 0,93 (0,91 - 0,28) \cdot 20 = 11,72 \text{ м};$$

$$H_e = 0,93(0,61 - 0,25 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{0,89})20 = 6,51 \text{ м}.$$

Для 5 лет:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 43800 / 11116 \cdot 20^2 = 0,44.$$

$$\xi_c - 0,74, k_c - 0,24, \xi_e - 0,45, k_e - 0,21, k_n = 0,94.$$

$$H_c = 0,94 (0,74 - 0,24) \cdot 20 = 9,31 \text{ м};$$

$$H_e = 0,94(0,45 - 0,21 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{0,44})20 = 4,46 \text{ м}.$$

Для 1 года:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 8760 / 11116 \cdot 20^2 = 0,089;$$

$$\xi_c - 0,40, k_c - 0,17, \xi_e - 0,21, k_e - 0,15, k_n = 0,99.$$

$$H_c = 0,99 (0,40 - 0,17) \cdot 20 = 4,55 \text{ м};$$

$$H_e = 0,99(0,21 - 0,15 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{0,30})20 = 1,12 \text{ м}.$$

Максимальная возможная глубина оттаивания грунтов под сооружением, соответствующая установившемуся предельной границы зоны оттаивания, рассчитывается по следующим формулам:

под серединой сооружения:

$$H_{c, \max} = k_s \xi_{c, \max} \cdot B;$$

под краем сооружения:

$$H_{e, \max} = k_s \xi_{e, \max} \cdot B,$$

где k_s – коэффициент, определяемый по таблице К.2 согласно СП 25.13330.2012[18], а $\xi_{c, \max}$ и $\xi_{e, \max}$ – коэффициенты, определяемые по рисунку 2.9.1.5, а, б [17]

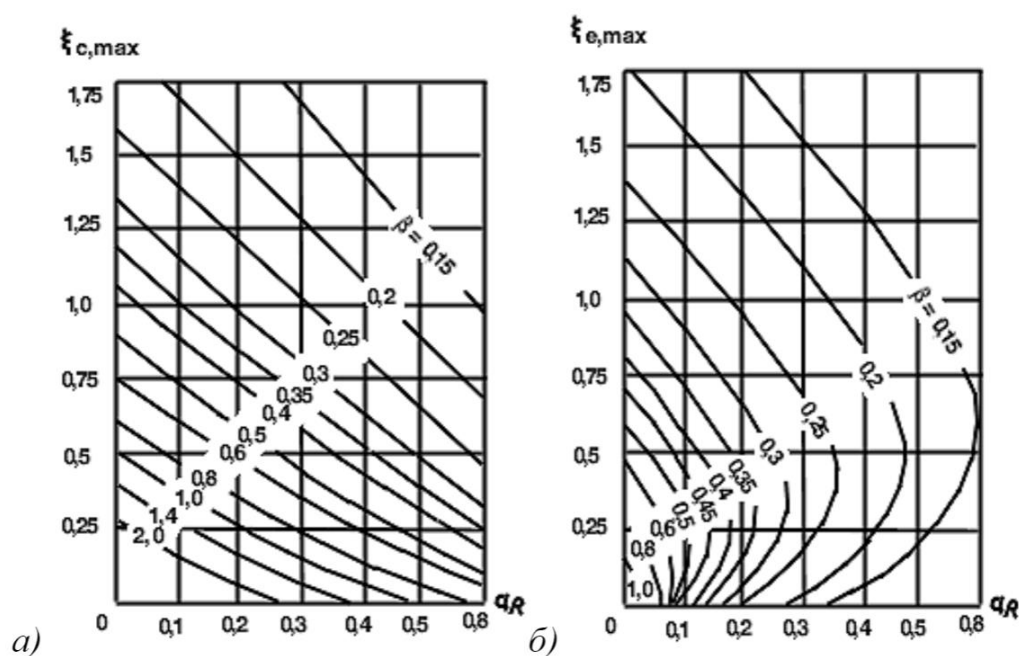


Рисунок 2.9.1.5 – Графики для определения коэффициентов: а) $\xi_{c, \max}$;

б) $\xi_{e, \max}$.

Для котельной максимальная глубина, согласно расчетам, будет равна:

$$H_{c, \max} = 0,45 \cdot 1,78 \cdot 20 = 16,02 \text{ м};$$

$$H_{e, \max} = 0,45 \cdot 1,72 \cdot 20 = 15,48 \text{ м}.$$

Для случая, когда грунты могут перейти в оттаявшее состояние, то есть температура грунтов будет равна 0 °С, расчеты глубины оттаивания грунтов в основании котельной за 20 лет, будут следующие:

$$\alpha_R = 1,8 \cdot 3 / 20 = 0,27;$$

$$\beta = \frac{1,85(0 - 0)}{1,8(25 - 0)} = 0;$$

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 175200 / 11116 \cdot 20^2 = 1,77$$

$$\xi_c - 1,15, k_c - 0,28, \xi_e - 0,89, k_e - 0,27, k_n = 0,90.$$

$$H_c = 0,90(1,15 - 0,28) \cdot 20 = 15,66 \text{ м};$$

$$H_e = 0,90(0,89 - 0,28 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{1,77})20 = 10,69 \text{ м}.$$

Для 15 лет:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 131400 / 11116 \cdot 20^2 = 1,33;$$

$$\xi_c - 1,06, k_c - 0,28, \xi_e - 0,75, k_e - 0,27, k_n = 0,91.$$

$$H_c = 0,91 (1,06 - 0,28) \cdot 20 = 14,20 \text{ м};$$

$$H_e = 0,91(0,75 - 0,27 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{1,33})20 = 8,48 \text{ м}.$$

Для 10 лет:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 87600 / 11116 \cdot 20^2 = 0,89;$$

$$\xi_c - 0,94, k_c - 0,28, \xi_e - 0,65, k_e - 0,25, k_n = 0,93.$$

$$H_c = 0,93 (0,94 - 0,28) \cdot 20 = 12,28 \text{ м};$$

$$H_e = 0,93(0,65 - 0,25 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{0,89})20 = 7,23 \text{ м}.$$

Для 5 лет:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 43800 / 11116 \cdot 20^2 = 0,44.$$

$$\xi_c - 0,78, k_c - 0,24, \xi_e - 0,48, k_e - 0,21, k_n = 0,94.$$

$$H_c = 0,94 (0,78 - 0,24) \cdot 20 = 10,15 \text{ м};$$

$$H_e = 0,94(0,48 - 0,21 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{0,44})20 = 4,93 \text{ м}.$$

Для 1 года:

$$\psi = 1,80 \cdot 25 \cdot 8760 / 11116 \cdot 20^2 = 0,089;$$

$$\xi_c - 0,45, k_c - 0,17, \xi_e - 0,22, k_e - 0,15, k_n = 0,99.$$

$$H_c = 0,99 (0,45 - 0,17) \cdot 20 = 5,54 \text{ м};$$

$$H_e = 0,99(0,22 - 0,15 - 0,10 \cdot 0,12\sqrt{0,30})20 = 1,31 \text{ м.}$$

Максимальная глубина оттаивания при $t_0=0$ °С будет равна:

$$H_{c, \text{ max}} = 0,45 \cdot 2,75 \cdot 20 = 24,75 \text{ м;}$$

$$H_{e, \text{ max}} = 0,45 \cdot 2,72 \cdot 20 = 24,48 \text{ м.}$$

В итоге, построены схемы увеличения глубины оттаивания за определенный промежуток времени (лист 4).

Крутизна склона назначается такой, чтобы оттаявший за теплый период года мерзлый грунт не сползал по откосу. Для этого необходимо соблюдать условие:

$$\sin\alpha < \frac{\tau_{\text{сд}}}{\gamma_0 \cdot H_T},$$

где α – острый угол, составляемый откосом с горизонтальной поверхностью;

γ_0 – объемный вес мерзлого грунта, слагающего откос склона, кг/м³;

$\tau_{\text{сд}}$ – сопротивление грунта сдвигу, соответствующее началу возникновения пластических деформаций, кгс/м²:

$$\tau_{\text{сд}} = c + ptg\varphi,$$

где c – сцепление мерзлого грунта после его оттаивания, кгс/м²;

φ – угол внутреннего трения оттаявшего мерзлого грунта;

p – давление оттаявшего слоя грунта, кгс/м², которое можно определить по формуле:

$$p = H_T \gamma_0,$$

где H_T – сезонное оттаивание грунтов склона, м.

Расчет крутизны склона необходим для ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3 и слоя-3. Для галечникового грунта (ИГЭ-3) такие характеристики, как удельное сцепление и угол внутреннего трения будет определен во время изысканий на площадке, поэтому расчеты для данного инженерно-геологического элемента проводиться не будут.

Для определения давления оттаявшего грунта значение глубины сезонного оттаивания грунтов склона равно среднему значению глубины

оттаивания для каждого слоя, то есть H_T для ИГЭ-1м равен 2,0 м, для ИГЭ-2м – 2,1 м, а для слоя-3 – 1,6 м.

Объемный вес мерзлого грунта равен:

$$\gamma_0 (\text{ИГЭ-1м}) - 1850 \text{ кг/м}^3;$$

$$\gamma_0 (\text{ИГЭ-2м}) - 2060 \text{ кг/м}^3;$$

$$\gamma_0 (\text{слой-3}) - 1320 \text{ кг/м}^3.$$

Давление оттаявшего слоя грунта равна:

$$p_{(\text{ИГЭ-1м})} = 2,0 \cdot 1850 = 3700 \text{ кгс/м}^2;$$

$$p_{(\text{ИГЭ-2м})} = 2,1 \cdot 2060 = 4326 \text{ кгс/м}^2;$$

$$p_{(\text{слой-3})} = 1,6 \cdot 1320 = 2112 \text{ кгс/м}^2.$$

Предварительно определив значения удельного сцепления грунта после его оттаивания и угла внутреннего трения, согласно СП 22.13330.2016 (Приложение Б, таблица Б.2), вычисляем сопротивление грунта сдвигу:

$$\tau_{\text{сд}(\text{ИГЭ-1м})} = 2 + 3700 \cdot \text{tg}(43^\circ) = 3452,31 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\tau_{\text{сд}(\text{ИГЭ-2м})} = 1 + 4326 \cdot \text{tg}(40^\circ) = 3630,94 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\tau_{\text{сд}(\text{слой-3})} = 13 + 1320 \cdot \text{tg}(24^\circ) = 600,70 \text{ кгс/м}^2;$$

После расчета необходимых характеристик возможно определить крутизну склона:

Для ИГЭ-1м:

$$\sin 19^\circ < \frac{3452,31}{1850 \cdot 2,0}$$

$$0,33 < 0,93$$

Для ИГЭ-2м:

$$\sin 19^\circ < \frac{3630,94}{2060 \cdot 2,1}$$

$$0,33 < 0,84$$

Для слой-3:

$$\sin 19^\circ < \frac{600,70}{1320 \cdot 1,6}$$

$$0,33 < 0,28$$

Условия не соблюдаются только при расчетах для слоя-3(супесь заторфованная), то есть угол откоса склона подвержен движению земляных масс при оттаивании (солифлюкции), так как угол падения склона не удовлетворяет неравенству.

Глава 3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке

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

На исследуемом участке проектируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства котельной и 2-этажной столовой. Проведение данных изысканий планируется в благоприятный период года, а точнее в середине мая. При проектировании сооружения должны быть предусмотрены решения, обеспечивающие надежность, долговечность и экономичность сооружений на всех стадиях строительства и эксплуатации, а также должны учитываться местные условия строительства.

Технические характеристики проектируемых сооружений приводятся согласно техническому заданию (таблица 3.1) [14].

Таблица 3.1 – Техническая характеристика проектируемого сооружения

Вид и назначение проектируемого здания и сооружения	Габариты (длина, ширина, высота)	Тип фундамента, отметка ростверка свайного фундамента.	Этажность	Уровень ответственности
I	2	3	4	5
Двухэтажная столовая, обслуживающее здание	30×25, подполье – 0,5 м	Свайный фундамент, отметка ростверка- 0,5 м.	2	II
Котельная	20×20	Свайный фундамент	1	II

На территории участка планируется применять I и II принципы использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания сооружений.

Согласно СП 25.13330.2012 пункт 6.1.2 и 6.1.3 [17] I принцип применяют, если грунты основания можно сохранить в мерзлом состоянии при экономически целесообразных затратах на мероприятия, обеспечивающие сохранение такого состояния, II принцип, если деформация

грунтов при оттаивании не превышают предельно допустимых значений для проектируемого сооружения.

Для 2-этажной столовой будет возведен свайный фундамент, по подобию свай-стоек, так как геологический разрез данного участка выявил несжимаемую толщу крупнообломочного грунта в твердомерзлом состоянии.

Сфера воздействия сооружений, проектируемых на свайных фундаментах, с геологической средой ограничена:

- по площади – контуром расположения проектируемого здания или сооружения и территорией благоустройства вокруг него;

- по глубине – величиной активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него и выбранного метода расчета осадки основания.

Границы условного фундамента (рисунок 3.1) определяются следующим образом: снизу - плоскостью АБ, проходящей через нижние концы свай; с боков - вертикальными плоскостями АВ и БГ, отстоящими от осей крайних рядов вертикальных свай на расстоянии 0,5 шага свай (рисунок 3.1, а), но не более $2d$ (d - диаметр или сторона поперечного сечения свай), а при наличии наклонных свай - проходящими через нижние концы этих свай (рисунок 3.1, б); сверху - поверхностью планировки грунта ВГ.

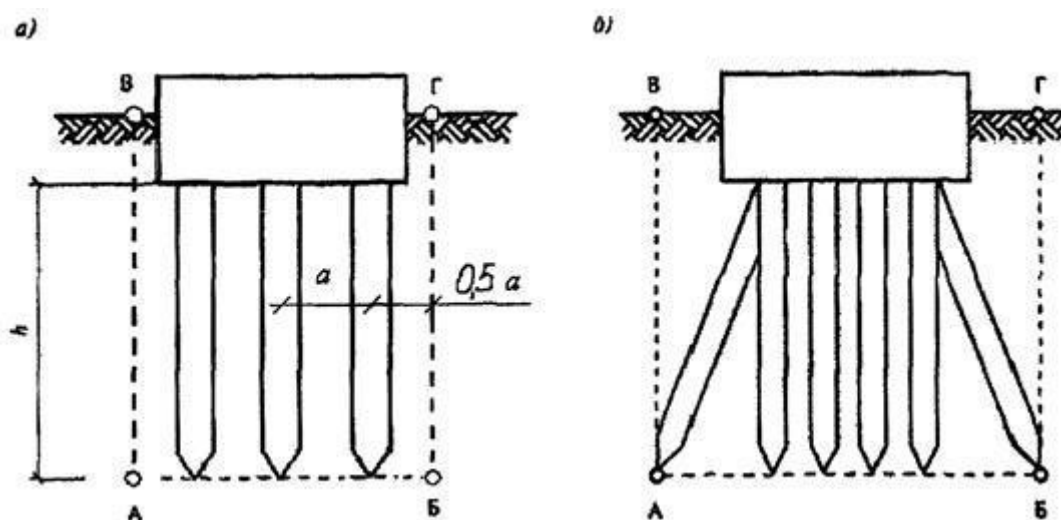


Рисунок 3.1 – Схема условного фундамента.

По способу заглубления в грунт выбраны сваи буроопусные, железобетонные, устраиваемые в грунте путем заполнения пробуренных скважин бетонной смесью или установки в них предварительно изготовленных железобетонных элементов (СП 24.13330.2011, п. 6.1.)[14].

Длина свай, с учетом проветриваемого подполья, для скважины №1-Т и скважины №2 составила 13 м.

Для второго сооружения - котельной, выбран также свайный фундамент. В связи с утепляющим эффектом данного здания, необходимо учесть тепловое и механическое взаимодействие сооружения и основания.

Данное сооружение будет проектируется по II принципу использования многолетнемерзлых грунтов, так как

Длина свай для данного сооружения, с учетом подсыпки, для скважины №6 и скважины №7 составила 10 м. Сфера взаимодействия сооружения, следовательно, будет равна 15 м.

Сферу взаимодействия рассчитывается для определения границ (площади и глубины) инженерно-геологической разведки.

Под сферой взаимодействия здания или сооружения с геологической средой подразумевается массив грунтов, который определяет устойчивость самого сооружения и принимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режима.

Границы сферы взаимодействия зависят от свойств геологической среды участка и характера проектируемого сооружения.

Данные границы сферы взаимодействия сооружения в свою очередь определяют площадь и глубину проведения инженерно - геологических изысканий, а в конечном итоге – объемы и методы выполнения работ.

В результате, составлена расчетная схема основания и данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований, осадки и инженерно-геологических процессов для двух сооружений, которая представлена в таблице 3.1.2 и 3.1.3, (Лист 3).

Таблица 3.1.2 – Необходимые показатели физико-механических свойств грунтов для расчета основания 2-этажной столовой.

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

Таблица 3.1.3 – Расчетная схема основания для свайного фундамента котельной.

Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств грунтов	Вид показателя	Цель определения
3 слой, 1м, 2м, 3, 3м	E_f – модуль деформации	нормативный	Расчет осадки по II принципу
3 слой, 1м, 2м, 3, 3м	ρ – плотность	нормативный	
3 слой, 1м, 2м, 3, 3м	A_{th} – коэффициент оттаивания	нормативный	
3 слой, 1м, 2м, 3, 3м	σ_{zg} – сжимаемости оттаивающего грунта	нормативный	
3м	R_c – расчетное сопротивление	нормативный	Расчет несущей способности
3 слой, 1м, 2м, 3, 3м	ρ – плотность	нормативный	
1м, 3м	R_{af} – сопротивление сдвигу по поверхности смерзания	нормативный	Действие касательных сил морозного пучения и несущей способности

Удельное сцепление и угол внутреннего трения в расчетной схеме отсутствуют, так как данные прочностные характеристики рассчитаны.

3.2.Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Исходя из расчетной схемы, запланированы следующие работы:

1. Сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет;
2. Инженерно-геологическая рекогносцировка;
3. Топогеодезические работы;
4. Буровые работы;
5. Опробование;
6. Полевые испытания грунтов;
7. Лабораторные исследования грунтов;
8. Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета.

3.2.1 Сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет

Согласно СП 11-105-97 (часть I, п. 5.2), сбор и обработку материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнять при инженерно-геологических изысканиях для каждого этапа (стадии) разработки предпроектной и проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе [15].

Сбору и обработке подлежат материалы:

- инженерно-геологических изысканий прошлых лет, которые были выполнены для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения, то есть технические отчеты об инженерно-геологических изысканиях в государственных и ведомственных фондах и архивах;

- геолого-съёмочных работ, инженерно-геологического картирования и др.;
- аэрокосмофотосъёмок данной территории;
- научно-исследовательских работ и научно-технической литературы, в которых обобщаются данные о природных и техногенных условиях данной территории и их компонентах и (или) приводятся результаты новых разработок по методике и технологии выполнения инженерно-геологических изысканий. [15]

На основании собранных материалов формулируется рабочая гипотеза об инженерно-геологических условиях изучаемой территории и определяется категория сложности этих условий, в соответствии, с чем в программе изысканий по объекту строительства предоставляется состав, объёмы, методика и технология изыскательских работ.

3.2.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка

Инженерно-геологическая рекогносцировка - комплексный метод получения информации о геологических условиях строительства.

В процессе рекогносцировочного обследования территории следует осуществлять:

- осмотр места изыскательских работ;
- визуальную оценку рельефа;
- описание имеющихся обнажений, в том числе карьеров, строительных выработок и др.;
- описание водопроявлений;
- описание геоботанических индикаторов геокриологических, гидрогеологических и экологических условий и т.д.

3.2.3 Топогеодезические работы

Топогеодезические работы проводятся для привязки горных выработок и создания топографического плана, масштаб которого 1:1000. Запланирована привязка 9 скважин, с помощью системы GPS.

Топогеодезические работы заканчиваются тем, что составляется план на котором показано положение плановое и высотное проектируемого сооружения с основными привязочными данными.

3.2.4 Буровые работы

Буровые работы — это комплекс мероприятий с целью изучения геологических особенностей территории и отбора образцов для последующего исследования и строительства.

Согласно СП 11-105-97 (часть IV, п. 8.5), глубину горных выработок при инженерно-геологических изысканиях для сооружений следует назначать в зависимости от типов фундаментов, состояния, состава, температуры, льдистости грунтов и принципов использования их в качестве оснований [16].

Для свайного фундамента, при использовании дисперсных грунтов, оснований по принципу I глубина (согласно СП 11-105-97, п.8.5, табл. 8.2) выработок в твердомерзлых грунтах составляет 3-5 м глубже нижнего торца свай [15]. Так как участок находится в сейсмическом районе, согласно СП 25.1333.2011 (п. 11.3), глубина погружения свай в несжимаемую толщу будет составлять 4 м, то есть, глубина выработки составит 13,5 м для скважины №1Т, 3Т, 4, для скважины №2, 5Т – 14,0 м, так как она находится выше по склону [17].

При использовании II принципа (согласно СП 11-105-97, п.8.5, табл. 8.2) глубина выработок составляет 5 м глубже нижнего торца свай, но не

менее 5 м ниже расчетной глубины оттаивания грунтов оснований, то есть глубина для скважины №6Т, 8 составит 11,5 м, а для скважины № 7, 9 - 13,5 м.

Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геокриологических условий [16] (приложение Б, СП 11-105-97, часть IV п.8.4) и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений (ГОСТ 27751-88) в соответствии с таблицей 3.2.1 [43].

Таблица 3.2.1 – Расстояния между горными выработками в зависимости от сложности инженерно-геокриологических условий

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

Для проектируемой 2-этажной столовой, уровень ответственности – II, категория сложности инженерно-геокриологических условий – II, вследствие чего расстояние между горными выработками для данного сооружения составит 30-25 м.

На участке расположения проектируемой котельной инженерно-геокриологические условия ухудшаются, вследствие чего они будут отнесены к III категории, а уровень ответственности также отнесен ко II категории.

Согласно п. 8.3 СП 11-105-97 горные выработки необходимо располагать по контурам или осям проектируемых сооружения, в местах где происходит резкое изменение нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах геоморфологических элементов [16].

Общее количество горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило,

не менее трех, включая выработки, пройденные ранее. Для первого проектируемого здания количество выработок равно 5 (рисунок 3.2.1), для второго сооружения - 4 (рисунок 3.2.2)

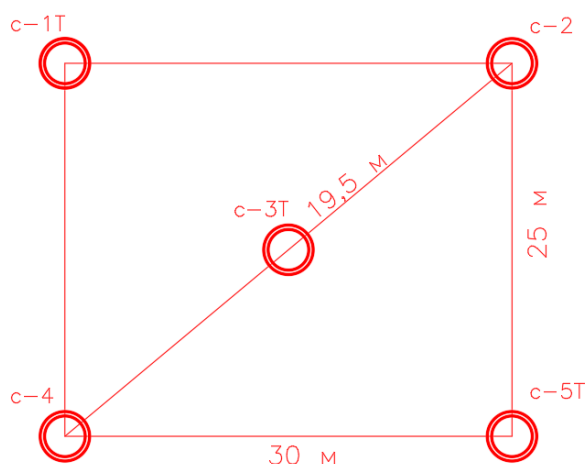


Рисунок 3.2.1 – Схематическое расположение скважин и расстояние между ними для проектируемой 2-этажной столовой.

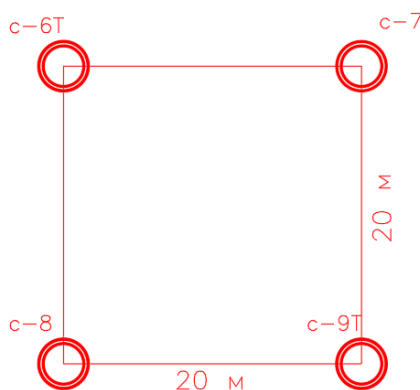


Рисунок 3.2.2 – Схематическое расположение скважин и расстояние между ними для проектируемой котельной.

Расстояние между выработками для двух проектируемых сооружений может быть менее 25 м, так как данный участок характеризуется неоднородным составом и проявлением на нем опасных геологических процессов.

3.2.5 Опробование

Инженерно-геологическое опробование – это комплекс работ по изучению состава, состояния и свойств горных пород и закономерностей их изменения в пространстве и во времени под влиянием естественных и искусственных факторов [42].

Интервал опробования – это расстояние между точками опробования по вертикали, измеряемый в метрах, который рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{H_{\text{ср}}}{N} \cdot \text{количество скважин},$$

где $H_{\text{ср}}$ - средняя мощность ИГЭ; N - количество образцов.

Для первого проектируемого сооружения расстояние между опробованием будет равно:

$$n = \frac{1,08}{10} \cdot 5 = 0,54 \text{ м (слой 1);}$$

$$n = \frac{1,39}{10} \cdot 5 = 0,69 \text{ м (ИГЭ-2м);}$$

$$n = \frac{1,16}{10} \cdot 5 = 0,58 \text{ м (ИГЭ-3);}$$

$$n = \frac{7,16}{10} \cdot 5 = 3,58 \text{ (ИГЭ-3м).}$$

Для второго проектируемого сооружения интервал опробования равен:

$$n = \frac{0,33}{10} \cdot 2 = 0,30 \text{ м (ИГЭ-1м);}$$

$$n = \frac{0,30}{10} \cdot 4 = 0,06 \text{ м (ИГЭ-2м);}$$

$$n = \frac{0,24}{10} \cdot 2 = 0,05 \text{ м (ИГЭ-3);}$$

$$n = \frac{0,39}{10} \cdot 4 = 0,15 \text{ – (ИГЭ-3м).}$$

Исходя из полученных данных для ИГЭ-3м, интервал опробования принимаем равным 2м исходя из опыта работы организации проводящей инженерно-геологические изыскания для первого сооружения, при этом количество образцов должно составлять, из каждого ИГЭ, не менее 10 физических и 6 механических характеристик свойств грунтов.

Для второго сооружения интервалы опробования полностью должны соответствовать рассчитанным выше.

Для ИГЭ-3 и слоя 3 недостающее количество проб будет отобрано с поверхности.

Для слоя 3 из каждой скважины будет отобрано только по одной пробе, так как слой имеет маленькую мощность.

Насыпной грунт отбираться с данного участка не будет так как при планировке он будет удален с последующей отсыпкой и не окажет влияние на планировку.

С учетом выше указанных требований, в таблице 3.2.5.1 указано количество определений характеристик грунтов для двух сооружений.

Таблица 3.2.5 – Необходимое количество частных значений характеристик грунта

ИГЭ	Суммарная естественная влажность W , д.е.	Влажность на границе текучести W_L , д.е.	Влажность на границе раскатывания W_p , д.е.	Гранулометрический состав с разделением на фракции до 0,1 мм	Плотность ρ , г/см ³	Плотность частиц ρ_s , г/см ³	Содержание органических веществ	Сопротивление сдвигу по поверхности смятия, R_{af} , кПа	Сопротивление сдвигу льда по поверхности смятия, R_{sh} , кПа	Расчетное сопротивление R_c , кПа	Модуль деформации, E , Мпа	Коэффициент оттаивания, A_{th} , д.е.	Коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта, o_{zg} , д.е.	Удельное сцепление, c , Мпа и угол внутреннего трения, φ , град	Количество образцов	
															Нарушенного сложения, шт	Ненарушенного сложения, шт
Слой – 1 Лед					10	10			6							10
Слой – 3 Супесь сильнозаторфованная	10	10	10		10	10	10				6			6		10
ИГЭ - 1 м Песок гравелистый твердомерзлый,	10	10	10	10	10	10		12			6	6	6	6		10
ИГЭ - 2 м Гравийный грунт с песчаным заполнителем твердомерзлый, слабодистый	20			20	20	20		12		6	6	6	6	6		20
ИГЭ - 3 Галечниковый грунт слабовыветрелый средней степени водонасыщения	20	20	20	20	20	20					6	6		6		20
ИГЭ - 3 м Галечниковый грунт твердомерзлый, слабодистый, слабовыветрелый	20	20	20	20	20	20		12		12	6	6	6			20

В итоге на исследуемом участке, проектом предусмотрен отбор 90 монолитов. Места опробования отмечены на инженерно-геологическом разрезе красным цветом (лист 2).

3.2.6 Полевые испытания грунтов

3.2.6.1 Испытание грунтов горячим штампом

Для определения деформационных характеристик мерзлых грунтов в полевых условиях предусматривается выполнить 15 испытаний, то есть по 3 испытания на каждый инженерно-геологический элемент для второго сооружения.

Испытания будут проводиться горячим штампом диаметром 5000 мм при максимальной нагрузке до 1,0 МПа, согласно ГОСТ 20276-2012 [41] (лист 2).

3.2.6.2 Полевые определения плотности грунта (метод лунки или метод замещения объема)

Вследствие того, что на инженерно-геологическом разрезе наблюдаются крупнообломочные грунты и пески, плотность грунтов будет определяться полевым методом за счет замещения объема (метод лунки).

Определение плотности грунта будет проводиться в соответствии с ГОСТ 28514 – 90 [20].

3.2.6.3 Метод полевого определения температуры

Согласно ГОСТ 25358 - 2012, термометрическая скважина - это специально оборудованная скважина, предназначенная для измерения температуры грунта специальными датчиками [21].

Согласно п.4.1, полевые измерения температуры грунтов должны проводиться по программе, соответствующей требованиям в целях:

- получения данных о температуре мерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов для использования их в теплотехнических расчетах при проектировании;
- оценки и дальнейшего прогноза устойчивости исследуемого участка;
- назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов проектируемых сооружений и определения их несущей способности;

– контроля и оценки изменений, происходящих в тепловом режиме грунтов в результате возведения и эксплуатации сооружения или осуществления различных инженерных мероприятий.

Измерения температуры грунтов проводится в заранее подготовленных и выстоянных скважинах специальными нестационарными или портативными термоизмерительными комплектами, в виде гирлянды электрических датчиков температуры с соответствующей измерительной аппаратурой, устройствами для сохранения информации в автоматическом режиме и дистанционной передачи данных или гирлянды "заленивленных" ртутных термометров. Также допускается применение отдельных датчиков, в том числе малоинерционных [21].

На данном участке проектом предусмотрено 5 термометрических скважин.

3.2.7 Лабораторные исследования грунтов

Согласно СП 47.13330.2016 п.6.3.5, лабораторные исследования грунтов выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 30416 – 2012 [9,19]. Состав определяемых характеристик и методы (схемы) испытаний обуславливаются видами грунта в соответствии с ГОСТ 25100 – 2011 [8]. Перечень определяемых показателей согласовывают с техническим заказчиком и устанавливают в программе выполнения инженерно-геологических или инженерно-геотехнических изысканий.

Таким образом, планируются следующие лабораторные определения:

- естественная влажность (слой -3, ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- влажность на границе текучести (слой -3, ИГЭ-1м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- влажность на границе раскатывания (слой -3, ИГЭ-1м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- гранулометрический состав (ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);

- плотность (слой-1, слой-3, ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- плотность частиц грунта (слой-1, слой-3, ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- определение прочностных характеристик φ , c (слой-3, ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3);
- сопротивление сдвигу по поверхности смерзания (ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3м);
- сопротивление сдвигу льда по поверхности смерзания (слой-1);
- расчетное сопротивление R (ИГЭ-2м, ИГЭ-3м);
- модуль деформации E (слой -3, ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- коэффициент оттаивания (ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3, ИГЭ-3м);
- коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта (ИГЭ-1м, ИГЭ-2м, ИГЭ-3м).

3.2.8 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета

Камеральная обработка проводится после завершения все работ - полевых и лабораторных. Главной задачей камеральной обработки материалов заключается в составлении отчета, в котором описаны инженерно-геологические условия данного исследуемого участка, рекомендации по строительству проектируемого сооружения на данном участке с учетом всех инженерно-геологических факторов.

Данный отчет содержит:

- 1) графическую часть (карта различного содержания, инженерно-геологические разрезы, литологические колонки и т.д.);
- 2) сводная ведомость с различными показателями с нормативными и расчетными показателями и свойствами;
- 3) пояснительную записку.

Виды и объемы работ представлены в таблице 3.2.8.

Таблица 3.2.8 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. измерения	Объем работ	Примечание
Полевые работы				
1	Рекогносцировка	м ²	1600	СП 47.13330.2012
2	Топо-геодезическая съемка	точка	30	СП 11-104-97
3	Механическое колонковое бурение скважин диаметром до 132 мм в грунтах: Проходка шурфа:	п.м. п.м.	118,5 глубина – 5 м; сечение – 2,0 м ²	РСН 74-88
4	Термометрические наблюдения	скв	5	ГОСТ 25358-2012
5	Отбор проб ненарушенной структуры	проба	90	ГОСТ 12071-2014
6	Определение плотности методом лунки	опр.	20	ГОСТ 28514-90
7	Испытание грунтов горячими штампами	опр.	15	ГОСТ 28514-90
Лабораторные работы				
8	Определение влажности	опр.	80	ГОСТ 5180-2015
9	Определение влажности на границе текучести	опр.	60	
10	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	60	
11	Определение гранулометрического состава	опр.	70	ГОСТ 12536-2014
12	Определение плотности	опр.	90	ГОСТ 5180-2015
13	Определение плотности частиц	опр.	90	
14	Определение сопротивление сдвигу по поверхности смерзания	опр.	36	ГОСТ 12248-2010

Продолжение таблицы 3.2.8

15	Определение сопротивление сдвигу льда по поверхности смерзания	опр.	6	ГОСТ 12248-2010
16	Определение сопротивление грунта срезу	опр.	18	
17	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения	опр.	24	
18	Определение химического анализа водной вытяжки	опр.	8	ГОСТ 26424-85
19	Определение коррозионной активности по отношению к бетону, железу, алюминию и свинцу	опр.	8	СП 28.13330.2012
20	Определение содержание органических веществ	опр.	10	ГОСТ 23740-2016
21	Составление технического отчета		1	ГОСТ 21.301-2014

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Топогеодезические работы

Топографическая съёмка масштаба 1:1000 произведена на площади 1600 м².

Планово-высотная сеть создана с использованием 2-х частотных высокоточных спутниковых геодезических приемников «Topcon GR-5» с обеспечением точности съёмочного обоснования топографической съёмки масштаба 1:1000 [2].



Рисунок 3.3.1 – Спутниковый приемник Topcon GR-5.

Планово-высотное съемочное обоснование создавалась в системе координат 1942 г, зона 22 и Балтийской системе высот 1977 г. Полевые измерения обработаны программным комплексом «TOPCONTOOLS», топографические планы составлены в программе ГИС - Карта «ПАНОРАМА» 2013 и AutoCAD 2013.

Получены результаты:

- топографический план масштаба 1:1000 с сечением рельефа через 0.5 метра, на площади 1600 м².

Топографо-геодезические работы выполнены в соответствии с «Инструкцией по топографической съемке в масштабах 1:5000-1:500», техническим заданием заказчика [1].

3.3.2 Буровые работы

3.3.2.1 Геолого-технические условия бурения

Согласно РСН 74-88 (п.1.1) буровые и горнопроходческие работы следует выполнять в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 [9], с

учетом требований, изложенных в ГОСТ 20276-2012, ГОСТ 23278-2014, РСН 31-83, а также настоящих республиканских строительных норм.

Способы проходки горных выработок должны обеспечивать достоверную геологическую документацию и высокую производительность труда на конкретном объекте изысканий. Выбранный способ проходки горной выработки должен удовлетворять требованиям технологии отбора образцов грунта ненарушенной структуры (монолитов) и возможности проведения комплекса работ в горной выработке, предусмотренных программой изысканий [25,24,26,41].

На изыскиваемой территории бурение скважин будет проводиться под столовую - глубиной 13,5 – 14 метров, для котельной - 11,5 – 13,5 м. Для изучения инженерно-геологического разреза данной территории необходимо выполнить бурение 9 скважин.

В процессе бурильных работ выполнена сплошная документация скважин, отбор образцов грунта для лабораторных исследований.

Данный инженерно-геологический разрез представлен породами I категории (слой 3- лед), V категории (ИГЭ-2м) и VI категории пород по буримости (ИГЭ-3, ИГЭ-3м).

Также на участке будет заложен шурф, глубиной 5 м, с сечением 2,0 м².

3.3.2.2 Выбор способа бурения

Согласно РСН 74-88 (п. 4.2) для проходки разведочных инженерно-геологических скважин следует применять способ бурения, дающий образцы грунта в виде столбика (керна, монолита). Наиболее информативным способом бурения в крепких и твердых грунтах является колонковый с промывкой и продувкой, в грунтах средней твердости и мягких - вибрационный, колонковый «всухую» и ударно-канатный (забивной и клюющий) кольцевым забоем [25].

Для проектируемого сооружения выбран способ бурения - колонковый «всухую» и с продувкой сжатым воздухом, диаметром 132-112 мм.

Колонковое бурение «всухую», согласно РСН 74-88 (Приложение 3) - это вращательное бурение кольцевым забоем скважины диаметром 92-219 мм в основном твердосплавными буровыми коронками без принудительного удаления продуктов разрушения с получением керна и извлечением его путем затирки всухую в колонковой трубе [25].

3.3.2.3 Выбор буровой установки

Проектом предусмотрено бурение разведочных скважин проводилось самоходной буровой установкой УРБ-2А-2 (Рисунок 3.3.2.3.1) и его схема (Рисунок 3.3.2.2) [44].



Рисунок 3.3.2.1 – Самоходная буровая установка УРБ-2А-2

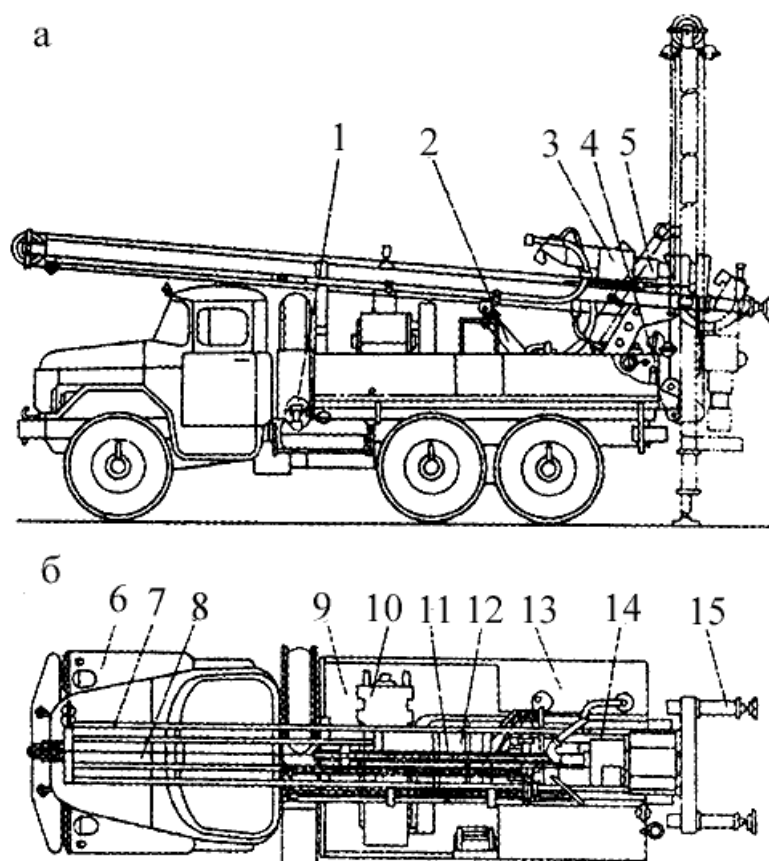


Рисунок 3.3.2.2 – Схема буровой установки УРБ-2А-2: а - вид сбоку; б - вид сверху; 1 - коробка отбора мощности; 2 - цилиндр подъема мачты; 3 - вращатель; 4 - пульт управления; 5 - элеватор для труб и патрон для шнеков; 6 - автомобиль; 7 - мачта; 8 - талевая система; 9 - рама; 10 - установки бурового насоса и компрессора; 11 - гидродомкрат подачи; 12 - раздаточная коробка; 13 - обвязка гидросистемы; 14 - каретка; 15 - опорный домкрат.

Таблица 3.3.2 – Техническая характеристика буровой установки УРБ-2А-2

Параметры	Значения параметров
Глубина бурения, м, при диаметре скважин, мм:	
118 с промывкой	100
93 с промывкой	200
135 с продувкой	30
135 шнеками	30
Начальный диаметр скважины, мм	190
Диаметр бурильных труб, мм	60,3
Частота вращения, об/мин	140; 225; 325
Крутящие моменты, передаваемые вращателем, Нм	1580; 990; 690
Тип подачи	Канатная с приводом от гидроцилиндра
Скорость подачи, м/с: вверх	0-0,6
вниз	0-1,1
Длина хода подачи, мм	5200
Грузоподъемность, кН	40
Принудительная нагрузка на инструмент, кН	26
Мачта:	Сварная из труб
высота мачты, мм	8370
длина бурильных труб, мм	4500
угол наклона мачты от горизонтали, градус	90
Мощность, передаваемая раздаточной коробкой автомобиля для привода маслостанции и бурового насоса, кВт	44
Буровой насос:	НБ-32
подача, л/с	10
давление, МПа	4,0
Компрессор:	КТ-7
подача, м³/мин	6
давление, МПа	0,45
Габариты в транспортном положении, мм	8820x2450x3370
Масса установки, кг	10080
В том числе монтируемого оборудования, кг	4370

3.3.2.4 Буровой инструмент

Способ бурения выбирается в зависимости от грунтов на данном участке, назначения и глубины скважин, а также инженерно-геологических условий производства работ.

Для колонкового способа бурения инструментом является коронки. При данном способе бурения и марки буровой машины рекомендуется выбрать твердосплавные коронки по ГОСТ 11108-70 [27].

Согласно ГОСТ 3882-74, выбрана марка коронки СМ-6 режущий торец которой армируется твердосплавными резцами из сплава ВК6. Данные коронки снабжены основными, наружными и подрезными резцами, перекрывающими всю площадь забоя, и выступающими над торцом корпуса на различную величину и образующими ступенчатый забой - для увеличения механической скорости бурения [28].

Также данная марка коронок имеет ориентировано установленные резцы - под отрицательным углом к плоскости забоя и под углом к радиусу корпуса коронки для повышения эффективности разрушения пород.



Рисунок 3.3.2.3 – Буровая коронка с твердосплавными сменными резцами для колонкового бурения СМ-6.

3.3.2.5 Технология бурения скважин

Степень процесса бурения на отбираемые образцы и естественный режим мерзлых пород во многом зависит от технологии бурения самой скважины. Нужно правильно выбирать режимные параметры бурения,

которые особенно влияют на тепловыделения в скважинах. К ним относятся скорость вращения бурового инструмента, осевая нагрузка и т.д.

Повышение скорости вращения бурового инструмента неизбежно приводит к увеличению количества выделяющегося тепла в призабойной зоне. Для сокращения величины тепловыделения при бурении необходимо стремиться к уменьшению скорости вращения бурового инструмента.

Бурение скважин будет производиться буровой установкой УРБ-2А-2 колонковым способом бурения «всухую» и с продувкой сжатым воздухом.

При бурении в твердомерзлых грунтах осевая нагрузка на забой должна составлять 2000- 3000 кгс, скорость вращения инструмента – 100-180 об/мин, а проходка за рейс до 2,5 м.

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. Выход керна должен составить не менее 70%.

3.3.3 Термометрические наблюдения

Согласно ГОСТ 25358-2012 (п.6.1.) для измерения температуры грунтов следует использовать инженерно-геологические скважины диаметром не более 160 мм и целевые термометрические скважины диаметром не более 90 мм, пробуренные колонковым способом без промывки на малых оборотах бурового инструмента или ручным буровым комплектом [21].

Согласно п.6.2., скважина в пределах протаивающего слоя грунта должна быть защищена обсадной трубой-кондуктором, заглубленным в

многолетнемерзлый грунт не менее чем на 0,5 м. При наличии межмерзлотных или подмерзлотных вод и осыпании стенок скважины на всю ее глубину следует устанавливать защитную пластмассовую или стальную трубу, герметизированную снизу и в соединениях, диаметр которой должен обеспечивать свободный спуск и подъем гирлянды. Термометрические скважины рекомендуется выполнять в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3.3.3 из приложения В (ГОСТ 25358-2012) [21].

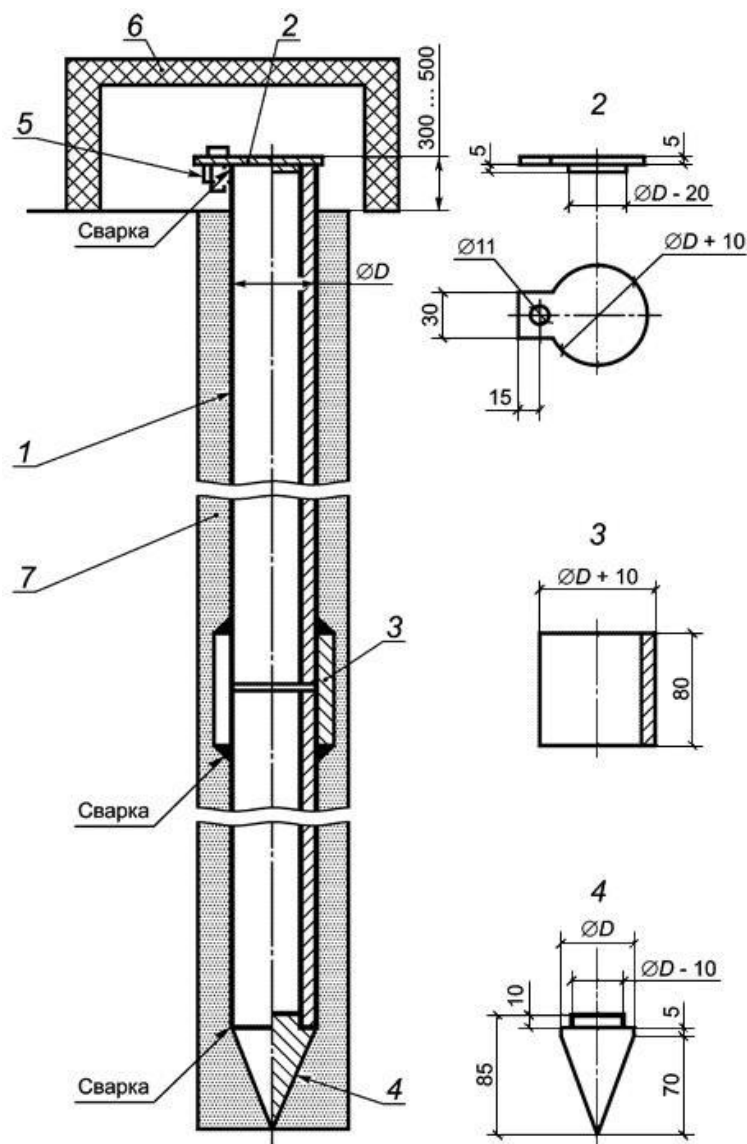


Рисунок 3.3.3 – Схема термометрической скважины: 1 - обсадная труба; 2 - защитная крышка; 3 - обойма; 4 - наконечник; 5 - приваренная к трубе гайка М10; 6 - теплоизолированный короб; 7 - грунт обратной засыпки.

3.3.4 Опробование грунтов

Согласно ГОСТ 12071-2014, отбор образцов грунта и объем проб нарушенного или природного сложения (монолитов) осуществляют для описания грунтов и определения их свойств в лабораторных условиях согласно ГОСТ 5180, ГОСТ 12248, ГОСТ 12536, ГОСТ 22733, ГОСТ 23161, ГОСТ 23740, ГОСТ 24143, ГОСТ 26263, ГОСТ 30416 [29, 31-38, 43].

Так как для исследования грунта потребуются образцы ненарушенного сложения, необходим точечный метод отбора образцов с помощью инструмента (по 4.2.1). Минимальные размеры монолитов, отбираемых из буровых скважин, должны быть достаточными для выполнения необходимого комплекса лабораторных работ по определению состава, состояния и свойств грунта (п.4.4.5) [43].

Упаковка образцов

Для упаковки монолитов применяют современные паро- и влагонепроницаемые материалы, в частности полиэтиленовую стрейч-пленку, толщиной 17-25 мкм. На верхнюю грань монолита следует положить этикетку, завернутую в полиэтиленовую пленку, монолит по всей поверхности обмотать не менее чем четырьмя-пятью слоями стрейч-пленки. Для фиксации упаковки оборачивают монолит клейкой лентой [43].

На этикетке необходимо указать: наименование организации, проводящей изыскания;

- наименование объекта (участка);
- наименование выработки и ее номер;
- номер образца;
- глубину отбора образца;
- краткое описание грунта (визуальное);
- должность и фамилию лица, проводящего отбор образцов, и его подпись;

– дату отбора образца.

Этикетки должны заполняться четко, простым графитовым карандашом, исключающим возможность обесцвечивания или расплывания записей.

Монолиты мерзлых грунтов укладывают в специальные термосы, состоящие из наружного и внутреннего деревянных ящиков, пространство между которыми заполнено теплоизоляционным материалом (вспененный полиэтилен, листы пенопласта) [43].

Транспортирование и хранение образцов

Согласно п. 4.6.1 Монолиты грунта при транспортировании не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям [43].

Монолиты немерзлых грунтов, упакованные в ящики, необходимо транспортировать, не допуская их промораживания в зимний период (укрывать любым теплоизоляционным материалом, а также сократить по возможности их пребывание вне помещения при отрицательной температуре воздуха). Монолиты мерзлых грунтов следует транспортировка упакованными в специальные термосы, морозильные камеры и термоконтейнеры. В летнее время транспортировка с использованием термосов возможно лишь на небольшие расстояния. Если транспортировка образцов в термосах осуществляется на значительное расстояние, то необходимо использовать транспорт, оборудованный морозильной камерой [43].

3.3.5 Полевые испытания грунтов

3.3.5.1 Определение плотности методом лунки

Согласно ГОСТ 28514-90, данное испытание проводят на выровненном, уплотненной участке. Выкапывают специальным совком

лунку объемом примерно 3-5 см³, диаметром около 20 см и высотой 10-15 см. Грунт собирают в поддон и взвешивают. При выкапывании лунки следует избегать смятия краев и боковых стенок лунки рабочим инструментом, что может привести к увеличению объема лунки и искажению получаемых результатов. При большом количестве крупных включений объем лунки следует увеличить до 10 л [20].

Для определения объема, над лункой устанавливают двойную жестяную воронку. В лунку через верхнюю воронку насыпают грунт, объем, которого измеряют мерными стеклянными цилиндрами емкостью 0,1-1 л/с точностью до 5 см³. Грунт в цилиндр насыпают через обычную воронку без встряхивания. Вычитая из 85 общего объема грунта его объем, находящийся в воронке, получим объем лунки. Разделив вес грунта, извлеченного из лунки, на его объем, определяют объемный вес влажного [20].

Данное определение требуется для верхней толщи пород-ИГЭ-3.

3.3.5.2 Испытание грунтов горячими штампами

Согласно ГОСТ 20276-2012, пункту 7, на подготовленный центр забоя скважины устанавливают штамп с внутренним обогревом, монтируют устройство для нагружения штампа и реперную систему с приборами, которые измеряют осадку самого штампа [41].

Поверхность грунта в около установки штампа должна быть зачищена до ненарушенного мерзлого грунта и выравнена. Для хорошего контакта подошвы штампа с грунтом под сам штамп создают так называемую подушку из маловлажного песка средней крупности. Толщина данной подушки должна составлять не более 5 см, так как данный участок сложен крупнообломочными грунтами.

Контроль глубины оттаивания грунта под штампом проводят с помощью температурных датчиков и металлического щупа.

Перед тем как начать испытание следует приложить на штамп (без включения его обогрева) нагрузку обжатия, соответствующую вертикальному нормальному напряжению от собственного веса грунта σ_{zg} на отметке испытания. Нагрузку следует выдерживать до условной стабилизации деформации грунта. Затем, без удаления самой нагрузки устанавливают показания приборов на нулевые деления.

Данное испытание должно проводить в два этапа:

- 1-й этап - создание под штампом зоны оттаявшего грунта на глубину 0,5 диаметра штампа под давлением p , соответствующим напряжению σ_{zg} на отметке испытания, и приложить нагрузку;
- 2-й этап - уплотнение оттаявшего грунта ступенчато-возрастающей нагрузкой.

На первом этапе испытаний включают обогрев штампа с помощью обогревающего устройства.

Штамп обогревают пока глубина оттаивания грунта под штампом не составит 25-30 см. После этого обогрев прекращают, и дальнейшее оттаивание грунта происходит за счет того тепла, которое осталось в данном слое.

После стабилизации осадки оттаявшего грунта при напряжении σ_{zg} (первый этап испытаний) на штамп подают ступенчато-возрастающие нагрузки (второй этап испытаний). Каждую ступень давления выдерживают до условной деформации грунта (осадки штампа).

Значения ступени давления на штамп на втором этапе испытаний следует принимать для крупнообломочных грунтов - 0,1 МПа.

После окончания испытания установку следует разобрать, с поверхности оттаявшего грунта под штампом снять верхний слой толщиной 10 см и отобрать 2-3 образца для лабораторных определений необходимых характеристик оттаявшего и уплотненного грунта. После этого следует удалить талый грунт, измерить и зарисовать чашу оттаявшего грунта под

штампом.

3.3.6 Лабораторные исследования грунтов

3.3.6.1 Определение влажности

В соответствии с СП 47.13330.2012 показатели естественной влажности, влажности на границе текучести и пластичности, плотности грунта надлежит определять по ГОСТ 5180-2015 [9,29].

3.3.6.1. Определение влажности методом высушивания до постоянной массы

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

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

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

После каждого высушивания грунт в стаканчике охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием до температуры помещения и взвешивают. Высушивание производят до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0.02 г [18].

3.3.6.2 Определение влажности на границе текучести

Границу текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансированный конус погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм.

Определение влажности на границе текучести требуется для всех выделенных инженерно-геологических элементов.

Для определения границы текучести отбираются монолиты или образцы нарушенного сложения, для которых требуется сохранение природной влажности. (Рисунок 3.3.6.2) [18].



Рисунок. 3.3.6.2 – Балансированный конус и сушильный шкаф.

3.3.6.3 Определение влажности на границе раскатывания

Согласно п.8.1 (ГОСТ 5180-2015), границу раскатывания следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм [29].

В соответствии с п.8.4.2, кусочки распадающегося жгута собирают в бюксы, накрываемые крышками. Когда масса грунта в стаканчиках

достигнет 10-15 г, определяют влажность в соответствии с требованиями 5.2-5.3 [9].

Данное определение требуется для всех выделенных инженерно-геологических элементов.

3.3.6.4 Гранулометрический состав

Согласно ГОСТ 12536-2014, гранулометрический состав крупнообломочного грунта - это процентное содержание первичных (т.е. не связанных в агрегаты) частиц различной крупности по фракциям, выраженное по отношению к их общей массе [38].

Гранулометрический состав для крупнообломочных грунтов проводят в соответствии с ГОСТ 12536-2014 [38]. Для определения гранулометрического (зернового) состава грунтов используют ситовой метод с промывкой. Данный метод будет использован для всех выделенных инженерно-геологических элементов.

3.3.6.5 Плотность и плотность частиц

Согласно п.11.2.1 (ГОСТ 5180-2015), образец грунта и нейтральная жидкость (керосин, лигроин и др.) должны иметь отрицательную температуру. Образец грунта отбирают округлой формы массой 100-150 г и обвязывают нитью и взвешивают. Затем образец взвешивают, погрузив его в нейтральную жидкость

Данный метод будет использован для льда (слой-1), и для всех выделенных инженерно-геологических элементов [29].

3.3.6.6 Испытания мерзлого грунта и льда на сдвиг по поверхности смерзания

Для данного испытания выбран автоматизированный испытательный комплекс АСИС (Рисунок 3.3.6.6), который позволяет испытывать образцы грунта в условиях одноплоскостного среза. В процессе испытаний осуществляется автоматическое управление вертикальной и сдвиговой нагрузками, измерение вертикальных деформаций и деформаций сдвига.

Для создания сдвиговой нагрузки применяются сдвиговое устройство мощностью до 10 кН. Устройство обеспечивает приложение сдвигающей нагрузки ступенями или с заданной скоростью деформаций сдвига [45].

Измерение вертикальной осуществляется при помощи датчиков силы с диапазоном измерения 10, 30 или 50 кН. Диапазон измерения датчика силы не должен превышать мощности устройства осевого нагружения. Измерение сдвигающей нагрузки осуществляется датчиком силы с диапазоном измерения до 10 кН. Все измерения проводятся с погрешностью не превышающей 0,5%



Рисунок 3.3.6.6 – Автоматизированный испытательный комплекс АСИС для испытания на сдвиг по поверхности смерзания

3.3.6.7 Удельное сцепление и угол внутреннего трения

Согласно ГОСТ 20276-2012 (п.8.1.4), сопротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором целик грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном давлении. Для определения значений c и φ необходимо провести не менее трех испытаний целиков грунта при различных значениях нормального давления при испытании однородного грунта в одной выработке и на одной глубине [41].

В соответствии с п.8.1.5 (ГОСТ 20276-2012), испытания можно проводить для следующих состояний грунта:

- природного сложения и природной влажности;

- насыпных и намывных грунтов независимо от влажности;
- крупнообломочных грунтов нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности.

Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированно-дренированный (медленный) срез - для определения характеристик прочности крупнообломочных грунтов, песков и глинистых грунтов с показателем текучести $I_L < 1$ (независимо от коэффициента водонасыщения) в стабилизированном состоянии;
- неконсолидированный (быстрый) срез - для определения характеристик прочности водонасыщенных глинистых грунтов (при $S_r > 0,85$) с показателем текучести $I_L > 0,5$ в нестабилизированном состоянии.

Для данного испытания выбран автоматизированный испытательный комплекс АСИС (Рисунок 3.3.6.8). Возможности оборудования позволяют проводить испытание крупнообломочного грунта с вертикальными напряжениями до 5 МПа или 70 Мпа [45].



Рисунок 3.3.6.8 – Автоматизированный испытательный комплекс АСИС для одноплоскостного среза

3.3.6.8. Метод определения содержания органического вещества

Согласно ГОСТ 23740-2016, данный метод лабораторного определения органического вещества основан на расчете массовой доли органического вещества за счет потери массы после прокаливании при температуре $525 \pm 25^\circ\text{C}$.

При проведении данного испытания образцы грунта, которые заранее довели до воздушно-сухого состояния, просеяли и отобрали методом квартования, помещают в чистые и сухи пронумерованные тигли, предварительно взвешенные.

Тигли с образцами грунта высушивают первоначально при $105 \pm 2^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Затем ставят уже в муфельную печь и доводят температуру сначала до 200°C , при этом когда появится дым печь нужно отключить и приоткрыть дверцу. В течении 1 часа температуру увеличивают до 300°C . После прекращения выделения дыма температуру увеличивают до $525 \pm 25^\circ\text{C}$.

3.3.6.9 Химический анализ водной вытяжки

Согласно п.4.1, для анализа используют фильтраты вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-85 [40].

В соответствии с п.4.2, 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 рН конечной точки титрования, равное 4,4, и продолжают титрование. По окончании титрования регистрируют расход кислоты по бюретке [40].

При отсутствии блока автоматического титрования пробы титруют вручную. Значение рН контролируют с помощью рН-метра или по индикаторам. При использовании индикаторов сначала к пробе прибавляют 1 каплю раствора фенолфталеина и, если раствор приобретает малиновую окраску, титруют до ее исчезновения (рН 8,3). Затем прибавляют 1 каплю раствора метилового оранжевого и титруют раствор до перехода окраски от желтой к оранжевой (рН 4,4) [40].

3.3.6.10 Коррозионная активность по отношению к бетону, железу, свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля.

Для того что определить коррозионную активность грунта по отношению к бетону и железу будет применяться прибор АКАГ (Рисунок 3.3.4.10), который называется анализатор коррозионной активности, который может применяться как и в лаборатории, так и в полевых условиях. Отличительной функцией его является в определении количественной и качественной оценки коррозионной активности грунта по отношению к стали, в соответствии с СП 28.13330.2012, защита от коррозии строительных конструкций [22].

Для проведения химического анализа грунтов определяют общую жесткость, содержание нитрат - ионов, хлор-ионов, общее содержание железа, рН. По полученным данным определяют коррозионную активность грунтов по отношению железу и бетону, свинцу и алюминию.

Агрессивность грунтов ниже по отношению к разным маркам бетона оценивают в соответствии со СП 28.13330.2012 [22].



Рисунок 3.3.4.10 – Прибор для определения коррозионной активности грунтов

3.3.7 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета

Целью камеральных работ является составление отчёта по итогам полевых и лабораторных изучений грунтов. Камеральная обработка материалов должна быть исполнена в соответствии действующих документов [9,11].

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

В процессе текущей обработки материалов изысканий выполняется систематизирование записей маршрутных наблюдений, просмотр и проверка описаний горных выработок, разрезов искусственных и естественных

обнажений, составление графиков обработки полевых исследований грунтов, каталогов и ведомостей горных выработок, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований, координирование между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ (горных, геофизических, полевых изучений грунтов и др.), составление литологических колонок, горных выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических и гидрогеологических карт с пояснительными записями к ним [9].

При окончательной камеральной обработке совершается уточнение и доработка представленных предварительных материалов (в основном по результатам лабораторных исследований грунтов и проб подземных и поверхностных вод), оформление текстовых и графических приложений и составление текста технического отчёта о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации [9].

Итогом обработки данных полевых и лабораторных работ является инженерно-геологическое заключение с текстовыми и графическими приложениями, которые обязательно содержат:

- карту фактического материала;
- колонки инженерно-геологических выработок с физико-механическими характеристиками грунтов;
- ведомости исследований грунтов и воды;
- сводную инженерно-геологическую таблицу;
- отчет об инженерно-геологических изысканиях.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Для расчета сметы на инженерно-геологические изыскания необходимо рассмотреть техническое задание, представленное в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Техническое задание

1 Полное наименование объекта	Инженерно-геологические условия месторождения серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов горно-обогатительного комбината (Республика Саха (Якутия))
2 Район, пункт, площадка строительства	Кобяйский улус (район), Республики Саха (Якутия)
3 Вид строительства	Новое строительство
4 Основание на производство инженерных изысканий	Задание на проектирование
5 Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства	Стадия рабочая документация. Сроки выполнения работ – в соответствии с календарным планом
6 Цели и виды инженерных изысканий	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
7 Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях	Материалы инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-геодезических изысканий, выполненных ООО «Нерюнгростройизыскания»
8 Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности (по ГОСТ Р 54257-2010)	Производственное сооружение – одноэтажное административное здание. Уровень ответственности – II (нормальный)

Продолжение таблицы 4.1

9 Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	СП 11-105-97; 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, содержание и оформление технического отчета регламентируется СП 47.13330.2012. Форма предоставления отчетных материалов оговариваются в договорной документации

В соответствие с требованиями данных нормативных документов запроектированы виды работ, указанные в табл. 3.2.8. Виды и объемы проектируемых работ назначаются согласно требованиям нормативных документов, действующих на территории РФ – СП 47.13330.2012 [37], СП 11-105-97 [36].

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

Для планируемых инженерно-геологических и инженерно-геодезических изысканий установлены предельные величины затрат времени на выполнение данного объема работ, а также размеры оплаты за единицу работ, согласно ЕНВиР-И, ССН-92 и ССН-93 [23,44,45].

Подготовительные работы

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

Начальник партии – 1 человек на 0,3 месяца

Техник-геолог II категории – 1 человек на 0,3 месяца

Сметная стоимость не выше 5% от стоимости полевых работ.

Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы проектируются для создания инженерно-топографического плана местности, а также для планово-высотной привязки инженерно-геологических выработок.

Таблица 4.3 – 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	30	0,04	ССН-93 вып.9, табл. 52	1,2
Итого:						1,2

Таблица 4.4 – Затраты труда на топографические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 53	0,01	0,005
Техник геодезист II категории		0,02	0,009
Замерщик 3 разряда		0,02	0,009
Итого:			0,023

Буровые работы

Буровые работы проектируются для составления геологического разреза, а также для отбора проб грунта для определения состава и физико-механических свойств в лабораторных условиях. Бурение инженерно-геологических скважин осуществляется буровой установкой УРБ-2а-2, механическим колонковым способом бурения диаметром до 160 мм. Отбор проб осуществляется ненарушенной структурой.

Проектом предусмотрено 5 скважин глубиной 13,5 м, 2 скважины глубиной 14 м и 2 скважины глубиной 11,5 м. Общий объём буровых работ составляет 118,5 п.м. Также предусмотрена проходка шурфа с сечением 2,0 м² и глубиной 5,0 м.

Таблица 4.5 – 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	I	1	0,03	ССН-93 вып.5, табл. 5	0,03
		III	12,9	0,05		0,64
		V	26	0,08		2,08
		VI	78,2	0,1		7,82
		VII	0,4	0,11		0,04
2	Крепление скважин обсадными трубами	I	1	0,03	ССН-93 Вып.5, табл.180	0,03
		III	25	0,03		0,75
3	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		9 скв.	0,65	ССН-93 вып.5, табл. 104	5,85
4	Проходка шурфа (сечение 2,0 м ²)	I	0,5	1,87	ССН-92 вып.4, табл. 48	0,93
		V	2,0	5,76		11,52
				1,3	5,59	
		VI	1,2	6,65	7,98	
				1,0	11,14	
Итого:						56,08

Таблица 4.6 – Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер по буровым работам	ССН-93 вып.5, табл. 14	0,05	0,2
Инженер-механик		0,10	0,4
Итого:			0.6

Таблица 4.7 – Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93.вып.5, табл. 103	0,36	0,7
Рабочие		2,10	4,1
Итого:		4.8	

Опробование грунтов

Опробование проводится с целью выяснения состава, состояния и свойств грунта. Планируемое количество образцов в процессе работы составляет 30 образцов ненарушенного сложения.

Таблица 4.8 – Затраты времени на опробование грунтов

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объем
Отбор проб ненарушенного сложения (монолиты)	90	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 368	0,664	59,76
Итого:				59,76

Таблица 4.9 – Затраты труда на опробование грунтов

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	19,92
Помощник бурильщика		1	19,92
Геолог 10 разряда		0,05	0,99
Итого:			40,83

Полевые работы

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматриваются полевые определения плотности грунта методом лунки.

Таблица 4.10. Затраты времени на полевые работы

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объем
Определение плотности грунта методом лунки	20	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 1679	0,7	14
Испытание грунтов горячими штампами	15	ЕНВиР-И-83 часть 2	8,65	129,75
		№ нормы 951 (монтаж)		
		№ нормы 979 (демонтаж)	4,32	64,8
Итого:				207,8

Лабораторные работы

Лабораторные работы проектируются с целью определения физико-механических свойств горных пород. Работы выполняются согласно ГОСТам.

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	70	0,65	ССН-93 вып. 7, табл.7.1, № нормы 1025	45,5
2	Определение влажности на границе текучести.	60	0,954	ЕНВиР н.1631	57,23
3	Определение влажности на границе раскатывания	60	0,954	ЕНВиР н.1631	57,24
4	Определение суммарной влажности	80	0,126	ЕНВиР н.1622	10,08
4	Определение плотности грунта	90	0,284	ЕНВиР н.1629	25,56
5	Определение плотности частиц грунта	90	0,339	ЕНВиР н.1630	30,51
6	Определение содержания органических веществ	10	0,263	ЕНВиР н.1820	2,63
7	Определение сопротивления сдвигу по поверхности смерзания	36	2	ЕНВиР н.1637	72
8	Определение сопротивления сдвигу льда по поверхности смерзания	6	2	ЕНВиР н.1637	12
9	Определение расчетного сопротивления	18	0,25	ЕНВиР н.1703	4,5
10	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения	24	0,603	ЕНВиР н. 1646	14,47
11	Химический анализ водной вытяжки и определение коррозионной активности по отношению к бетону, железу, алюминию и свинцу	16	4,58	ЕНВиР н. 1807	73,28
Итого:		560	13,00		405.01

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	37,31
Инженер-лаборант		0,16	37,31
Начальник лаборатории		0,08	18,65
Итого:			93,27

Камеральные работы

На стадии камеральной работы обрабатываются все данные собранной информации со всех предыдущих стадий об инженерно-геологических условиях участка работ, и составляется технический отчет. Камеральная обработка материалов производится согласно требованиям СП 47.13330.2012, СП 11-105-97 [9,15].

Таблица 4.13– Затраты труда на камеральные работы

№п.п	Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	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
3	Нанесение линий геологических разрезов на план	1	0,072	н. 1847	0,072
4	Составление геологического разреза при вертикальном масштабе 1:100	1	0,37	н. 1865	0,37
5	Нанесение на разрез цифровых значений свойств грунтов	7	0,068	н. 1873	0,476
6	Нанесение условных обозначений и прочих данных	28	0,045	н. 1874	1,26
7	Вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	656	0,012	н.1910	7,87

Итого:	695	1,195		10,65 ч
--------	-----	-------	--	---------

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

Для расчета производительности труда используем следующие формулы:

$$П_{см} = \frac{Q}{N_{ср}},$$

где $П_{см}$ – производительность труда в смену; Q – объем работы; $N_{ср}$ – затраты времени на один опыт одного вида работы.

$$П_{мес} = П_{см} \cdot 25,4,$$

где $П_{мес}$ – производительность труда в месяц; 25,4 – количество смен в месяц при работе бригады в 1 смену.

Для расчета продолжительности работ используем формулу:

$$T_{пл} = \frac{N_{общ}}{8},$$

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

$$П_{см} = \frac{30}{0,04} = 750 \frac{т}{см}.$$

$$П_{мес} = 750 \cdot 25,4 = 19050 \frac{т}{мес}.$$

$$T_{пл} = 1,2/8 = 0,15 \text{ смен}.$$

Одна бригада потратит 0,15 смен на топогеодезические работы.

Буровые работы

$$П_{см} = \frac{124,5}{32,09} = 3,88 \frac{м}{см}.$$

$$П_{мес} = 3,88 \cdot 25,4 = 98,55 \frac{м}{мес}.$$

$$T_{пл} = 56,08/8 = 8 \text{ смен}.$$

Одна бригада потратит 8 смены на буровые работы.

Опробование

$$П_{см} = \frac{90}{0,664} = 135,54 \frac{\text{обр}}{\text{см}}.$$

$$П_{мес} = 135,64 \cdot 25,4 = 3442,77 \frac{\text{обр}}{\text{мес}}.$$

$$T_{пл} = 59,76/8 = 7,47 \text{ смен.}$$

Одна бригада объемом в 90 монолитов опробует за 7,47 смен.

Полевые испытания

$$П_{см} = \frac{35}{13,67} = 2,56 \frac{\text{оп}}{\text{см}}.$$

$$П_{мес} = 2,56 \cdot 25,4 = 65,02 \frac{\text{оп}}{\text{мес}}.$$

$$T_{пл} = 65,02/8 = 8,13 \text{ смен.}$$

Итого объем полевых испытаний бригады выполнят за 8,13 смен.

Лабораторные работы

$$П_{см} = \frac{560}{13,00} = 43,10 \frac{\text{оп}}{\text{см}}.$$

$$П_{мес} = 43,10 \cdot 25,4 = 1094,74 \frac{\text{оп}}{\text{мес}}.$$

$$T_{пл} = 405,10/8 = 50,63 \text{ смен.}$$

Лабораторные работы одним лаборантом будут выполнены за 50,63 смен.

Лабораторные работы будут выполняться двумя бригадами, следовательно, каждой бригаде понадобится 25,31 смен.

Камеральные работы

$$П_{см} = \frac{695}{1,195} = 581,59 \frac{\text{отч}}{\text{см}}.$$

$$П_{мес} = 581,59 \cdot 25,4 = 14772,39 \frac{\text{отч}}{\text{мес}}.$$

$$T_{пл} = 10,65/8 = 1,33 \text{ смен.}$$

Камеральные работы одним инженером будут выполняться 1,33 смен.

Таким образом, на проведение всего комплекса инженерно-геологических изысканий, будет использовано 50 полных смен.

Следующим шагом составляем календарный план проектируемых работ (табл.5-14).

Календарный план проектируемых работ составляется для определения продолжительности выполнения всего проектируемого комплекса работ;

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

Таблица 4.14 – Календарный план проектируемых работ

Виды работы	Дата
Проектно-сметный	с 10 мая 2017 г. по 20 мая 2018 г.
Подготовительный	с 21 мая 2017 г. по 23 мая 2018 г.
Организационный	с 24 мая 2017 г. по 26 мая 2018 г.
Полевые работы	с 27 мая 2017 г. по 22 июня 2018 г.
Лабораторные	с 23 июня 2017 г. по 17 июля 2018 г.
Камеральные	с 18 июля 2016 г. по 19 июля 2018 г.

4.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Стоимость инженерно-геологических работ определена по «Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства» (1999г.) (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991г.), при этом выделены следующие коэффициенты [92]:

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

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

$K_3 = 1,5$ – повышающий коэффициент при выполнении изысканий в условиях Крайнего Севера (п. 8е);

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

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

Таблица 4.15 – Расчет сметной стоимости проектируемых работ

№ 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
1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ						
1	Плановая и высотная привязка скважин и создание инженерно-топографического плана	точк а	9	т.93, п. 2	8,5 x 9	76,5
2	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м I кат. III кат. V кат. VI кат. VII кат.	м м м м м	1 12,9 26 78,2 0,4	т.17, п.1	36 x 1 42,6 x 12,9 47,9 x 26 55,2 x 78,2 59,9 x 0,4	6171,54
	Проходка шурфа: I кат. V кат. VI кат.	м м м	0,5 3,3 2,2	т.27, п.1,2,3	0,5 x 27,1 2 x 98,3 1,3 x 134 1,2 x 141 1 x 198	751,55
3	Крепление скважин диаметром до 160 м:	м	26	т.18, п.4	2,1 x 26	54,6
4	Отбор монолитов из скважин с глубины до 20 м	мон	90	т.57, п.2	54,9 x 90	4941
5	Замер температуры в скважинах	скв	5	т.40, п.1	196 x 5	980
6	Испытание грунтов горячими штампами	опр.	15	т.54, п.3, примеча ние 5	1305 x 2,5 x 5	48937,5
7	Определение плотности методом лунки	опр	20	договор ная	200 x 20	4000
Итого 65912,65						
2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ						
8	Гранулометрический анализ ситовым методом с разделением на фракции 10; 5; 2; 1; 0,5 мм с кипячением и промывкой	опр	70	т.64, п.6	6.7 x70	469
9	Суммарная влажность мерзлого грунта	опр	80	т.64, п.2	4,8 x 80	384

Продолжение таблицы 4.15

10	Определение влажности на границе текучести и раскатывания	опр	60	т.63, п.4	18,2 х 60	1092
11	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	опр	90	т.62, п.6	9,2 х 90	828
12	Плотность мерзлого грунта	опр	90	т.62, п.3.	5,7 х 90	513
13	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта при консолидированном срезе по поверхности смерзания с нагрузкой до 0,6 МПа	опр	36	т.63, п.31	36 х 263,6	9489,6
14	Определение содержания органических веществ	опр	10	т.70, п.1	10 х 10,3	103
15	Определение сопротивления сдвигу грунта и льда по поверхности смерзания	опр	42	т.63, п.7	42 х 92,6	3889,2
16	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения методом сопротивления грунта срезу	опр	24	т.65, п.16	24 х 646,5	15516
Итого 32283,80						
3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ						
17	Составление программы работ	пр	1	т.81, п.2	800х1,25	1000
18	Обработка материалов буровых работ II категории сложности, 118,5 п.м.	п.м	118,5	т.82, п.2	8,2 х 118,5	971,7
19	Обработка термометрических наблюдений грунта	зам	5	т.85, п.3	8 х 5	40
20	Камеральная обработка лабораторных исследований			т.86, п.1	20% от 31737,8	6347,4
21	Составление камерального отчета	обр	1	т.87, п.2	22% от кам.раб.	1839,0
Итого 10198,10						
Всего по смете 108394,55						
22	ИТОГО с учетом районного и льготного коэффициента			1,8		195110,19
23	ИТОГО основные расходы с рыночным коэффициентом			44,21		4792123,10
	Накладные расходы			14%		670897,23
	Плановые накопления			8%		398978,66
	Резерв на непредвиденные расходы			3%		149617,00
	В целом по расчету					6206726,18
24	Учет НДС			18%		1117210,71
25	ИТОГО с учетом НДС					7323936,89

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ данного проекта с учетом НДС составляет **7323936,89**рублей.

Глава 5 Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий

Месторождение Вертикальное, входящее в состав Манагазейского рудного поля административно относится к Кобяйскому улусу (району) Республики Саха (Якутия).

Рельеф района работ интенсивно расчлененный, среднегорный с абсолютными отметками 1000-1500 м, характеризующийся сплошным развитием многолетнемерзлых пород. Климат территории резко континентальный. Зима длительная и холодная, лето короткое - с середины июня до середины августа.

Все намеченные полевые работы планируется проводить в благоприятный период.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий месторождения серебряно-свинцовых руд «Вертикальное» проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов горно-обогатительного комбината.

5.1 Производственная безопасность

Для решения задач инженерно-геологических изысканий на участке в связи с II степенью сложности инженерно-геологических условий в соответствии с техническим заданием и ответственностью проектируемого сооружения, проектом предусматриваются следующие виды работ:

- топографические работы;
- буровые работы;
- полевые работы;
- лабораторные работы;
- камеральные работы;

Все намеченные полевые работы планируется проводить в летний период. Опасные и вредные факторы которые могут возникнуть в процессе проведения установленных видов работ.

Анализ опасных и вредных факторов приведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 и представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы при выполнении инженерно-геологических работ

Этапы работ	Наименование запроектованных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Полевой (на открытом воздухе)	1. Рекогносцировка;	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;	ГОСТ 12.2.003-91;
	2. Топогеодезические работы;	2. Превышение уровней шума и вибрации;	2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;	ГОСТ 12.2.062-81;
Полевой (на открытом воздухе)	3. Буровые работы	3. Тяжесть физического труда;	3. Электрический ток;	ГОСТ 12.3.009-76;
	4. Опробование грунтов	4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися	4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися	ГОСТ 12.4.011-89;
Полевой (на открытом воздухе)	5. Термометрические наблюдения	5. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону		ГОСТ 12.4.125-83;
	6. Полевые работы (определение плотности методом лунки и испытание грунтов горячими штампами)			ГОСТ 12.1.005-88;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 23407-78;
				ГОСТ 12.1.019-79;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 12.1.030-81;
				ГОСТ 12.1.006-84;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 12.1.038-82;
				ГОСТ 12.1.003-2014;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 12.1.012-2004;
				ГОСТ 12.4.002-97;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 12.4.024-86;
				ГОСТ 12.1.007-76;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 12.1.004-91;
				ГОСТ 12.4.088-80;
Полевой (на открытом воздухе)				ГОСТ 12.4.084-80;

Продолжение таблицы 5.1

Лабораторный и камеральный (внутри помещения)	Лабораторные работы:	1.Отклонение	1.Электрический	ГОСТ 12.1.045-84;
	1. Определение физико-механических свойств грунтов. 2. Написание геологического отчета с использованием ЭВМ	показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; 4.Повешенная запыленность рабочей зоны; 5. Умственное перенапряжение	ток; Статическое электричество;	СП 52.13330.2011; СанПиН 2.2.4.548-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СанПиН 2.2.4.3359-16 ; СН 2.2.4/2.1.8.566-96; ГОСТ 12.1.003-2014; СН 2.2.4/2.1.8.562-96; ГОСТ 12.1.012-2004; ГОСТ 12.2.003-91; СНиП 2.04.05- 91; ГОСТ Р 12.1.019-2009 ; ГОСТ 12.1.004-91; ГОСТ 12.1.005-88; СанПиН 2.2.1/2.1.11278- 03; ПУЭ; ГОСТ 17.2.1.03-84; ГОСТ 17.4.3.04-85;

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

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание (гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C. В тяжелых случаях гипертермия протекает в форме теплового удара, при этом температура тела повышается до 40 °C и пострадавший теряет сознание.

В полевых условиях устраиваются места отдыха.

Для предотвращения перегрева рабочего персонала на открытых площадках необходимо предусмотреть солнцезащитные сооружения. Рабочая одежда должна выполняться преимущественно из легких натуральных тканей светлых тонов.

Так же рабочая бригада должна быть укомплектована спецодеждой на время неблагоприятных погодных условий [63,64].

Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливаются отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы [51].

Превышение уровней шума и вибрации

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве.

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-2014 [57].

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- качественное изготовление деталей станков и машин;
- замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические;
- правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе);
- применение средств индивидуальной защиты [65].

Вибрация – это совокупность механических колебаний, испытываемых каким-либо телом. Источником вибрации является буровая установка и установка статического зондирования.

В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [58] наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

- виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок;
- правильная организация труда и отдыха.
- активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие;
- применение средств индивидуальной защиты.

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

Тяжесть физического труда.

Основным его показателем физического труда является тяжесть. Так как в данном проекте предусматривается бурение скважин глубиной 13,5 м, то, согласно Р 2.2.2006-05, по всем показателям тяжести трудового процесса класс условий труда оптимальный. За исключением показателя -наклоны корпуса – более 51 за смену. По рабочей позе – класс вредный первой степени. По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течении рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени. Кроме этого, персонал, занятый на данном виде исследований, работает вахтовым методом с ненормированным рабочим днем.

Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления, правильно организуют рабочее время [66].

Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми,
пресмыкающимися

Профилактика природно-очаговых заболеваний имеет особое значение в полевых условиях. Разносят их насекомые, дикие звери, птицы и рыбы.

Наиболее распространенные природно-очаговые заболевания:

- весенне-летний клещевой энцефалит, туляремия, гельминтоз;
- укусы, удары и другие повреждения, нанесенные животными и пресмыкающимися;
- укусы и ужаливания ядовитых насекомых, пресмыкающимися и животными.

Камеральный и лабораторный этапы

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях.

Интенсивность теплового облучения не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [70].

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления, которая должна обеспечивать оптимальное нагревание помещения в холодный период года.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать 4 °С;

При этом абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в таблице 5.3 для отдельных категорий работ.

Таблица 5.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			диапазон температур воздуха не более	для диапазона температур воздуха не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*(2)	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*(2)	0,1	0,2

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [82].

При работе на ЭВМ, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы светорассеивающие шторы, жалюзи и т.д.

Для искусственного освещения помещений следует использовать светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80

Согласно действующим строительным нормам и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого – коэффициент естественной освещённости (КЕО). Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и

правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности – это СП 52.13330.2011 [69] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [82].

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещенности. Так, для ограничения неблагоприятного действия пульсирующих световых потоков газоразрядных ламп установлены предельные значения коэффициентов пульсации освещенности рабочих мест в пределах 10-20% в зависимости от разряда зрительной работы.

Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения.

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений.

Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 (до 1996 г.) [55]. 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.

В целях снижения напряженности электростатического поля необходимо удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

К мероприятиям по обеспечению безопасности условий труда при работе на ЭВМ относят защиту расстоянием, временем, средствами индивидуальной защиты и т.п.

Организация безопасности работы на ЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [71].

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При проведении лабораторных исследований в воздух выделяются вредные и опасные твердые и жидкие вещества, а также пары и газы.

Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности. Аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например, в дезинтеграторах, дробилках, мельницах и других процессах.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния (SiO_2). Пыль железной руды содержит до 30% свободной SiO_2 . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – пневмокониозы.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ [51].

Мероприятие для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны в лабораториях является использование вентиляции. При отдельных лабораторных испытаниях во время которых выделяется большое количество пыли используют респираторы.

Утечки токсических и вредных веществ в атмосферу.

Для обеспечения поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ, здания и помещения лабораторий должны быть устроены и оборудованы в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами СП 2.2.1.1312-03.

Для предупреждения химических ожогов необходимо соблюдать правила безопасности при розливе и переноске реактивов. Все операции связанные с применением ядовитых, огне- или взрывоопасных веществ, необходимо проводить в вытяжном шкафу под тягой на удалении от других

работ, при работающей вентиляции, с обязательным соблюдением всех мер предосторожности.

Спецодежда служит для защиты работающих от неблагоприятных воздействий производственной среды (механических, химических термических) и природных факторов. Ткани спецодежды должны соответствовать требованиям ГОСТ 11209-2014, быть достаточно прочными, носкими, мягкими, легкими и не вызывать раздражения кожи [86].

Монотонность труда и умственное перенапряжение.

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [66].

Умственный труд классифицируется по напряженности труда.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [66] класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный:

- решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкции;
- обработка, проверка и контроль за выполнением задания;
- работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат.

Основным показателем трудовой деятельности человека принято считать его работоспособность, то есть способность производить действия, характеризующаяся количеством и качеством работы за определенное время.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия

Полевой этап

Электрический ток.

Опасностями поражения током при проведении полевых работ являются поражения от токонесущих элементов каротажной станции

(подъемника, лаборатории и скважинных приборов), поэтому требования безопасности сводятся, в основном, к мерам электробезопасности.

Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, отсутствие заземления и др. Поэтому работа на каротажных станциях требует помимо соответствующей квалификации персонала большого внимания и строгого соблюдения правил электробезопасности.

Корпуса всех агрегатов должны быть надежно заземлены. Для защиты от прямых ударов молний применяются молниеотводы. Металлические буровые вышки в целях грозозащиты должны иметь заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Запрещается во время грозы производить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [87].

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

1. перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств
2. все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи.
3. целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные [87].

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;
острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок,
инструментов и оборудования.

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. Для предотвращения

несчастных случаев, связанных с оборудованием и машинами, каждого работника нужно проинструктировать по технике безопасности. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [77].

До начала бурения следует тщательно проверить и устранить все неисправные механизмы буровой установки и другого вспомогательного оборудования.

При передвижении буровой установки работники буровой бригады должны находиться в кабине водителя, в количестве, не превышающем указанного в техническом паспорте транспортного средства.

Согласно ГОСТ 12.2.003-91 [77] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2001 [88] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [49].

Лабораторный и камеральный этапы

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность изоляции токоведущих частей оборудования, неисправность электропроводки и т.д.

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 [87] и ГОСТ 12.1.038-82 [56]:

- при работе на ЭВМ все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети.
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общими рубильниками;

К основным мероприятиям, направленным на ликвидацию причин травматизма относятся:

- систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники, и контроль за их соблюдением;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;
- своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово- профилактических испытаний и предупредительных ремонтов.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде. При производстве работ выполняются все требования по охране и защиты окружающей среды. Экологическую безопасность регламентируют такие ГОСТы как, ГОСТ 17.2.1.04-77 [84], ГОСТ 17.1.3.06-82 [85], ГОСТ 17.1.3.02-77 [89], ГОСТ 17.4.3.04-85 [90].

Во время инженерно-геологических работ следует:

- исключать все действия, наносящие вред компонентам окружающей среды и человеку.
- после завершения буровых работ все выработки ликвидируются;
- проходка горных выработок будет осуществляться с соблюдением всех норм и правил и нормативных документов
- все работники обязаны соблюдать требования законодательства Российской Федерации.

Загрязнение бытовыми и строительными отходами во время проведения изысканий будет исключено за счет использования пластиковых контейнеров под отходы с дальнейшим вывозом с места производства работ. Загрязнение воздуха при проведении инженерных изысканий не должно превышать допустимых норм.

При проведении инженерно-геологических работ необходимо выполнение следующих правил и мероприятий по охране природы:

- обязательна ликвидация возможных вредных последствий;
- не допускается разведение костров, за исключением специально оборудованных для этого мест;
- не допускается загрязнение участка проведения работ;
- необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности;
- установка маслосборников для быстрого удаления ГСМ;
- ликвидация скважин методом послойной засыпки ствола, с послойной трамбовкой [99].

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация.

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 [99].

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под источником чрезвычайных ситуаций (ЧС) понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС [82].

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

- по происхождению (антропогенные, природные);
- по продолжительности (кратковременные затяжные);
- по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);
- по масштабу распространения.

К природным чрезвычайным ситуациям относятся:

- геофизические опасные явления - землетрясения, извержения вулканов и т. д.;
- геологические опасные явления - оползни, сели, обвалы, пыльные бури и т. д.;
- метеорологические опасные явления - бури, заморозки, суховей, засуха и т. д.;
- гидрологические опасные явления - наводнения, половодья, подтопление и т. д.;
- гидрогеологические опасные явления - опасно высокие уровни грунтовых вод и т. д.;
- природные пожары - лесные, торфяные, пожары степных и хлебных массивов.

Техногенные ЧС связаны с производственной деятельностью человека и классифицируются на:

- транспортные аварии;
- пожары и взрывы;
- аварии с выбросом химически опасных веществ;
- внезапное обрушение зданий;

На устойчивость работы объекта в условиях ЧС оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;
- подготовленность персонала к работе в ЧС;

– надежность системы управления производством; характеристика технологического процесса (используемые вещества, методы обработки и проч.) и ряд других.

Необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения о возникновении ЧС. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения ЧС, а также быть обученным выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения.

Возможные чрезвычайные ситуации в районе проектируемого строительства могут быть как техногенного (пожары и взрывы) характера, так и природного.

В районе проводимых работ возможны следующие чрезвычайные ситуации:

1. техногенного характера:
 - пожары (взрывы) в зданиях;
 - пожары (взрывы) на транспорте
2. природного характера:
 - курумы [93].

Курумы представляют собой огромные скопления крупных обломков горных пород, чаще в виде глыб. Курумы являются фактором, осложняющим инженерно- геологическую обстановку. Наиболее опасны курумы, скорость движения которых составляет 1,5-2,0 см/в год и курумы с льдогрунтовым основанием. Необходимо учитывать возможность оттаивания льдогрунта в процессе освоения территории, что повлечет за собой значительные неравномерные осадки и катастрофические подвижки обломочного материала. Хорошие результаты по борьбе с курумами можно получить, создавая систему отвода поверхностных вод нагорными канавами.

Строительные объекты следует закладывать на тех участках курумов, которые перешли в разряд затухших.

Пожары (взрывы) в зданиях

Необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Ни в коем случае не тушить водой горящие электропроводку и электроприборы, находящиеся под напряжением - это опасно для жизни. Никогда не прячьтесь в задымленном помещении в укромные места.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) в здании:

- разработка, внедрение и контроль за соблюдением пожарных норм и правил;
- ведение конструирования и планирования с учетом пожарной безопасности создаваемых объектов;
- совершенствованием и содержанием в готовности противопожарных средств;
- регулярным проведением пожарно-технических обследований зданий;
- для избежания пожаров необходимо избегать хранение значительного количества воспламеняющихся и горючих жидкостей, а так же склонных к самовозгоранию и способных к взрыву веществ.
- содержать в исправном состоянии выключатели, розетки сети электроснабжения, и др. приборы;
- пропаганда пожарно-технических знаний среди населения

Пожары (взрывы) на транспорте

При возникновении пожара нужно немедленно покинуть салон транспортного средства, прикрывая дыхательные пути. Выбравшись, нужно отойти на безопасное расстояние, немедленно сообщив о случившемся и оказав при необходимости первую медицинскую помощь.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) на транспорте:

- периодически проверять используемую машину;

- следить за ее состоянием и своевременно проходить технический осмотр;
- иметь в транспорте исправный огнетушитель и уметь его использовать.

В пожароопасный сезон запрещается:

- разводить костры в хвойных молодняках, торфяниках, в местах с подсохшей травой, а также под кронами деревьев и т.д. В остальных местах разведение костров допускается на площадках, окаймленных минерализованной полосой шириной не менее 0,5 метра. По истечении надобности костер должен быть тщательно засыпан землей или залит водой до полного прекращения тления;
- бросать горящие спички, окурки и горячую золу из курительных трубок;
- оставлять промасленный или пропитанный бензином, керосином и т.д.;
- заправлять горючим топливные баки двигателей внутреннего сгорания при работе двигателя, использовать машины с неисправной системой питания двигателя, а также курить или пользоваться открытым огнем вблизи машин, заправляемых горючим.

В местах проведения работ и расположения объектов следует иметь первичные средства пожаротушения (бочки с водой, огнетушители, топоры, лопаты и другие).

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При производстве инженерно-геологических работ необходимо руководствоваться ИОТ–12–2008

Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда и обеспечен средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Рабочий несет ответственность за:

1. соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;

2. выполнение всех требований инструкций (паспортов) заводов - изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаро и электробезопасности;
3. выполнение всех работ (должны быть выполнены качественно);
4. сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;
5. аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда

Перед началом работ рабочий должен:

1. проверить наличие защитных средств;
2. проверить наличие средств пожаротушения;
3. ознакомиться с условиями производства и характером работ и поучить разрешение на производство работ у лица, ответственного за безопасное производство работ.

Перед началом работ должны быть определены опасные зоны, в которых возможно воздействие опасных производственных факторов, связанных или не связанных с технологией и характером выполняемых работ.

Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [91] при организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

Помещение должно быть просторным, хорошо проветриваемым и в меру светлым

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

Заключение

В данном дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия серебряно-свинцового месторождения «Вертикальное» Мангазейского рудного поля и составлен проект изысканий под строительство 2-этажной столовой и котельной.

В процессе проектирования сооружений были описаны природные условия района строительства, характеристика инженерно-геологических условий участка работ, также составлен прогноз влияния строительства сооружений на геологическую среду.

На данном участке, по фондовым материалам, рассчитана сфера взаимодействия сооружения с геологической средой и составлена расчетная схема, также построены графики изменчивости свойств грунтов по глубине и рассчитаны коэффициенты вариации, вследствие чего выделены 4 инженерно-геологических элементов и 3 слоя. Для каждого инженерно-геологического элемента представлены расчетные характеристики физических свойств. Составлена карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемого строительства.

Так же были представлены рекомендации по защитным мероприятиям объектов от опасных геологических процессов. Работы будут выполнены в течении 62 календарного дня, в период с 10 мая по 11 июля 2017 г.

Сметная стоимость работ составила 7323936,89 рубля с учетом НДС.

Список литературы

1. ГКИНП – 02-033-82 «Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500».
2. ГКИНП (ОНТА) – 02-262-02 «Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS».
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Монография. Т.17. Л., 1972.
4. ГВК. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 1, РСФСР, вып.16, Л., 1987.
5. Электронная версия справочника «Климат России», сайт ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» meteo.ru.
6. Аржакова С.К. Зимний сток рек криолитозоны России. Монография. СПб, РГГМУ, 2001.
7. Справочник по опасным природным явлениям в республиках, краях и областях Российской Федерации. СПб, 1997.
8. ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация».
9. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
10. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция .СНиП 2.02.01-83*.
11. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
12. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1).
13. СП 115.13330.2011 Геофизика опасных природных воздействий.
14. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменением N 1).
15. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ.

16. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.
17. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечноммерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с Изменением N 1).
18. В.В.Крамаренко. Грунтоведение; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.-208 с.
19. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
20. ГОСТ 28514-90 (СТ СЭВ 6016-87) Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема.
21. ГОСТ 25358-2012 Грунты. Метод полевого определения температуры.
22. СП 28.13330.2012 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85".
23. ЕНВиР-И-83. часть 2 Сборник единичных сметных расценок норм времени на инженерно-геологические изыскания.-М.:1983.-269с.
24. ГОСТ 23278-2014 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости.
25. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
26. РСН 31-83 Нормы производства инженерно-геологических изысканий для строительства на вечноммерзлых грунтах.
27. ГОСТ 11108-70 Коронки твердосплавные для колонкового бурения пород средней твердости. Технические условия (с Изменениями N 1-4).
28. ГОСТ 3882-74 (ИСО 513-75) Сплавы твердые спеченные. Марки (с Изменениями N 1-6, с Поправкой).
29. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

30. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
31. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой).
32. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
33. ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.
34. ГОСТ 23161-2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.
35. ГОСТ 23740-2016 Грунты. Методы определения содержания органических веществ.
36. ГОСТ 4143-78 Калий углекислый кислый. Технические условия (с Изменением N 1).
37. ГОСТ 26263-84 Грунты. Метод лабораторного определения теплопроводности мерзлых грунтов.
38. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
39. ГОСТ 26424-85 Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке.
40. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки .
41. ГОСТ 20276-2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
42. Т.Я. Емельянова, Н.Н. Бракоренко; Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Инженерно-геологические изыскания» для студентов, обучающихся по специальности 130101 «Прикладная геология» и по направлению 280100 «Природообустройство и водопользование»; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 42 с.

43. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
44. ССН-92.- Сборник сметных норм,-М.:1993;
45. ССН-93.- Сборник сметных норм,-М.:1993;
46. ГОСТ 12.2.003-91 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
47. ГОСТ 12.2.062-81 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные;
48. ГОСТ 12.4.011-89 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация;
49. ГОСТ 12.4.125-83 - Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация;
50. ГОСТ 12.1.005-88 - Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
51. ГОСТ 23407-78 - Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия;
52. ГОСТ 12.1.019-79 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
53. ГОСТ 12.1.030-81 - Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;
54. ГОСТ 12.1.006-84 - Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;
55. ГОСТ 12.1.038-82 - Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов;
56. ГОСТ 12.1.003-2014 - Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности;

57. ГОСТ 12.1.012-2004 – Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
58. ГОСТ 12.4.002-97 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний;
59. ГОСТ 12.4.024-86 - Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования;
60. ГОСТ 12.1.007-76 - Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
61. ГОСТ 12.1.004-91 - Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования;
62. ГОСТ 12.4.088-80 - ССБТ. Костюмы женские для защиты от пониженных температур. Технические условия;
63. ГОСТ 12.4.084-80 - ССБТ. Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия;
64. ГОСТ 31300-2005 (ЕН 12639:2000) Шум машин. Насосы гидравлические. Испытания на шум;
65. Р 2.2.2006-05 - Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
66. ГОСТ Р 56987-2016- Безопасность устройств для развлечений.
67. ГОСТ 12.1.045-84 - Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;
68. 71. СП 52.13330.2011 - Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*;
69. СанПиН 2.2.4.548-96 - Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
70. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;

71. СанПиН 2.2.4.3359-16 - Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах;
72. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 - Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
73. ГОСТ 12.1.003-2014 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
74. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 - Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы;
75. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования;
76. ГОСТ 12.1.003-91 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
77. СНиП 2.04.05- 91 - Отопление, вентиляция и кондиционирование;
78. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
79. ГОСТ 12.1.004-91 - Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования;
80. ГОСТ 12.1.005-88 - Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
81. СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 - Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий;
82. ПУЭ Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн., – М.; Изд-во стандартов 2006. – 331 с. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204;
83. ГОСТ 17.2.1.04-77 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения»;

84. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»;
85. ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний.
86. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
87. ГОСТ 12.4.026-2001 - Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний;
88. ГОСТ 17.1.3.02-77 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ»;
89. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»;
90. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
91. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, Москва 1999;

Интернет ресурсы:

92. <http://www.drillings.ru/page177> (дата обращения - 3.03.2018);
93. <http://npp-geotek.ru/catalog/products/131> (дата обращения 4.03.2018);
94. <https://ru.wikipedia> (дата обращения 22.05.2018)