

Министерство науки и высшего образования 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 северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №4 Ичёдинского нефтяного месторождения (Иркутская область)

УДК 624.131.3:622.276.012(571.53)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-215Б	Тетенькин Алексей Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	к.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Буровые работы»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселева Е.С.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Фундаментальные знания: Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем
P2	Инженерный анализ: Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.
P3	Инженерное проектирование: Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P4	Исследования: Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
P5	Инженерная практика: 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.
P6	Специализация и ориентация на рынок труда: Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями
Универсальные компетенции	
P7	Проектный и финансовый менеджмент: Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.
P8	Коммуникации: Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности
P9	Индивидуальная и командная работа: Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.

P10	<u>Профессиональная этика:</u> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i>
P11	<u>Социальная ответственность:</u> Вести <i>комплексную инженерную деятельность</i> с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.
P12	<u>Образование в течение всей жизни:</u> Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению</i> и непрерывному <i>профессиональному совершенствованию</i> .

Министерство науки и высшего образования 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
_____ Кузеванов

К.И.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
З-215Б	Тетькин Алексей Владимирович

Тема работы:

Инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №4 Ичѣдинского нефтяного месторождения (Иркутская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.12.2020, №359-40/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	28.05.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Фактический фондовый материал изысканий организации ООО «Навигатор», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия Усть-Кутского района Иркутской области, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия. В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ. В проектной части разработать проект изысканий под строительство трассы двухцепной воздушной линии электропередач ВЛ 3-6 кВ от проектируемой ПС 35/6кВ до кустовой площадки №4 Ичединского нефтяного месторождения.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геологическая карта фрагмент листа О-48-XXII 2. Карта инженерно-геологических условий участка, инженерно-геологический разрез 3. Расчетные схемы сооружений с геологической средой 4. Геолого-технический наряд скважины 5. Схемы термометрических скважин

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Киселева Е.С.
Социальная ответственность	Гуляев М.В.
Бурение	Бондарчук И.Б.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.12.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	к.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-215Б	Тетенькин Алексей Владимирович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-215Б	Тетенькину Алексею Владимировичу

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

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №-4 Ичёдинского нефтяного месторождения (Иркутская область)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объектом исследования является: Инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №-4 Ичёдинского нефтяного месторождения (Иркутская область)
Область применения: обоснование видов, методов и объемов инженерно-геологических работ, необходимых для инженерного обустройства кустовой площадки нефтяного месторождения

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства;
Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Проведения инженерно-геологических работ разделены на два этапа: полевой – на месторождении; камеральный и лабораторный – в помещении.

2. Производственная безопасность:

2.1. Анализ выявленных вредных и факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.
Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.
Вредные и опасные факторы при полевом этапе:
- Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;
- Превышение шума и вибрации;
- Тяжесть физического труда;
- Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону;

	<ul style="list-style-type: none"> - Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности инструментов; - Электрический ток; - Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися. <p>Вредные и опасные факторы при камеральном и лабораторном этапе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата в помещении; - Недостаточная освещенность рабочей зоны; - Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; - Повышенная запыленность рабочей зоны; - Умственное перенапряжение; - Электрический ток; статическое электричество.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. - решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. - Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			15.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-215Б	Тетенькин А.В.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-215Б	Тетькину Алексею Владимировичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Сметно-финансовый расчет работ по проекту «Инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №-4 Ичѐдинского нефтяного месторождения (Иркутская область)»</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Сборник сметных норм на геологоразведочные работы (СН-92,93- выпуски 1,3,4,5,7,9); Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы. Часть II. Инженерно-геологические изыскания (ЕНВиР-И-83); Справочник базовых цен на инженерно-геологические изысканий для строительства(СБЦ-99).</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды в организации, ООО «Навигатор» составляет – 30,2 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Свод видов и объема работ на инженерно-геологические изыскания</i>
2. <i>Формирование плана разработки и внедрения ИР</i>	<i>Составление календарного плана проведения работ</i>
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Обоснование затрат необходимых для разработки и внедрения инженерно-геологических изысканий</i>
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта</i>	<i>Расчет сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания</i>

Перечень графического материала:

1. <i>Расчет трудоемкости проектируемых работ;</i>	
2. <i>План выполнения работ;</i>	
3. <i>Расчет сметной стоимости проектируемых работ.</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГСН ШБИП	Киселева Елена Станиславовна	к.э.н.		15.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-215Б	Тетькин Алексей Владимирович		

Реферат

Дипломный проект содержит 109 с., 25 рис., 26 табл., 88 источников, 5 листов графического материала.

Целью работы является проект инженерно-геологических изысканий под строительство трассы двухцепной воздушной линии электропередач ВЛЗ-6 кВ от проектируемой ПС-35/6 кВ до кустовой площадки №-4 Ичединского нефтяного (Иркутская область)».

В процессе работы проводились анализ и обобщение литературных сведений, фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных исследований. В работе обоснованы необходимые виды и объемы работ инженерно-геологических изысканий, составлена смета на выполнение работ.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе MicrosoftWord 2010, графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2013, при построении таблиц использован офисный пакет MicrosoftExcel 2010.

Оглавление

Введение	13
1 Общая часть. Природные условия района строительства	14
1.1 Административное положение, физико-географическая и климатическая характеристика района.....	14
1.2 Изученность инженерно-геологических условий	16
1.3 Геологическое строение района работ	17
1.3.1 Стратиграфия	17
1.3.2 Тектоника	23
1.3.3 Геоморфология	23
1.3.4 Гидрогеологические условия района.....	24
1.3.5 Геологические процессы и явления.....	24
1.3.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	25
2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ.....	27
2.1 Рельеф участка.....	27
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости.....	27
2.3 Физико-механические свойства грунтов.....	28
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств грунтов и закономерности их пространственной изменчивости	28
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов.....	31
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов	34
2.4 Гидрогеологические условия	37
2.5 Специфические грунты.....	37
2.6 Геокриологические условия участка	39
2.7 Геологические и инженерно-геологические процессы.....	40
2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка	41
2.9 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений	42
3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке	43
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий	43
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	44
3.2.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет.....	44
3.2.2 Рекогносцировочное обследование	44
3.2.3 Топографо-геодезические работы.....	45
3.2.4 Буровые работы	45

3.2.5 Проходка шурфов	46
3.2.6 Опробование	47
3.2.7 Полевые испытания грунтов	48
3.2.7.1 Определение плотности грунтов методом замещения объема	48
3.2.7.2 Термометрические наблюдения	49
3.2.8 Лабораторные исследования грунтов	49
3.2.9 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета	50
3.3 Методика проектируемых работ	52
3.3.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет	52
3.3.2 Рекогносцировочное обследование	52
3.3.3 Топогеодезические работы	53
3.3.4 Буровые работы	53
3.3.4.1 Геолого-технические условия бурения	53
3.3.4.2 Выбор способа бурения	54
3.3.4.3 Выбор буровой установки	54
3.3.4.4 Буровой инструмент	56
3.3.4.5 Технология бурения скважин	57
3.3.5 Проходка шурфов	58
3.3.6 Опробование	59
3.3.7 Полевые испытания грунтов	59
3.3.7.1 Определение плотности грунтов методом замещения объема	59
3.3.7.2 Термометрические наблюдения	61
3.3.8 Лабораторные исследования грунтов	64
3.3.9 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета	77
4. Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий	79
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
4.2 Производственная безопасность	80
4.2.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	82
4.2.2 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	87
4.3 Экологическая безопасность	89
4.3.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению	89
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
5 Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	93

5.1 Расчет трудоемкости работ на инженерно-геологические изыскания.....	93
5.1.1 Подготовительные работы.....	93
5.1.2 Рекогносцировочные и топогеодезические работы	94
5.1.3 Буровые работы	94
5.1.4 Проходка шурфов горным способом.....	95
5.1.5 Опробование грунтов	95
5.1.6 Полевые опытные работы.....	96
5.1.7 Лабораторные работы	96
5.1.8 Камеральные работы	97
5.2 Расчет производительности труда, количество бригад, продолжительности выполнения отдельных работ.....	98
5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	100
Заключение.....	104
Список использованной литературы	105

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа представляет собой проект инженерно-геологических изысканий на объекте «Инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №-4 Ичединского нефтяного месторождения (Иркутская область)». Район работ расположен в Иркутской области, Усть-Кутском районе, на территории Ичединского нефтяного месторождения.

Целью работы является проект инженерно-геологических изысканий под строительство трассы двухцепной воздушной линии электропередач ВЛЗ-6 кВ от проектируемой ПС-35/6 кВ до кустовой площадки №-4 Ичединского нефтяного (Иркутская область)».

Задачи включают:

1. Получение материалов об инженерно-геологических условиях территории, на которой проектируется строительство, о факторах техногенного воздействия на окружающую среду, о прогнозе их изменений, необходимых для разработки решений, учитывающих особенности данной территории.

2. Получение материалов, необходимых для обоснования компоновки свай под опоры ВЛ, принятия конструктивных и объемно-планировочных решений в отношении опор, проектирования инженерной защиты, разработки мероприятий по охране окружающей среды, проекта организации строительства.

3. Получение материалов необходимых для проведения расчетов оснований, фундамента, а также для подготовки решений по вопросам возникшим при подготовке проектной документации, ее согласование или утверждение.

4. Получение материалов достаточных для разработки проектной документации.

Инженерные изыскания должны быть выполнены с соблюдением необходимых требований, установленных Федеральным законом № 384-ФЗ п.6 ст.15 и в соответствии с нормативными документами.

В данной работе были использованы фондовые материалы и результаты исследований изыскательской организацией ООО «Навигатор», в которых автор принимал непосредственное участие.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Административное положение, физико-географическая и климатическая характеристика района

Населенные пункты и пути сообщения. В административном отношении объект расположен на территории Российской Федерации, в Усть-Кутском районе Иркутской области, на территории Ичединского нефтяного месторождения (рис. 1.1). Участок работ находится на малообжитой территории, вдали от крупных населённых пунктов (рис. 1.2).

По геологическим профилям необходимо передвигаться на технике высокой проходимости типа МТЛБ или ГАЗ-71, по промысловым дорогам организовано круглогодичное движение колёсного автотранспорта.

По лесным дорогам и вывучным тропам во время весеннего половодья движение затруднено из-за высокого уровня воды на бродах. Зимой лесные дороги заносит снегом.



Рисунок 1.1 Обзорная карта расположения объекта [1].

В геоморфологическом отношении рассматриваемый участок работ расположен в пределах структурно-денудационного Приленского плато. Долины рек характеризуются ступенчатым строением, местами наблюдается резкая асимметрия в строении склонов.

Рельеф и грунты. На исследуемом участке выделено три основных типа поверхностей рельефа: водоразделы, склоны и речные долины. На водораздельных поверхностях

сформировался структурно-денудационный рельеф. На склонах развит эрозионно-денудационный рельеф. В речных долинах выделен эрозионно-аккумулятивный тип рельефа.



Рисунок 1.2. – Ичѣдинское нефтяное месторождение

Гидрография. Гидрография участка работ представлена разветвлѣнной сетью рек и ручьев. Наиболее крупные реки: Бол. Тира; Огневка. Руслу рек и ручьев извилистые, поймы часто заболоченные. Глубина бортов на реках 0,3-0,9 м, вода в реках чистая, пригодная для питья и технических целей.

Режим рек. Реки замерзают во второй половине октября. Наибольшей толщины лёд достигает в конце зимы (март). Мелкие реки и ручьи промерзают до дна. Вскрываются реки в первой половине мая, очищаются ото льда в середине мая. Весенний ледоход длится 4-5 дней. Наиболее полноводные реки в середине мая, во время интенсивного таяния снега. В этот период уровень воды поднимается на 2-3 м выше меженного. В июле наблюдается несколько незначительных дождевых паводков. Болота мохово-травяные и кустарниковые распространены в основном по долинам рек. Замерзают болота в начале ноября. Весной и осенью болота покрываются водой и становятся не проходимыми для пешеходов, зимой они повсеместно доступны для движения транспорта.

Растительность. Растительность представлена хвойными породами (лиственница, сосна, ель) с примесью берёзы и осины. Средняя высота деревьев 18-26 м, толщина стволов 0,18-0,26 м, среднее расстояние между деревьями 3-6 м, подлесок состоит из кустарника и подростов основных пород леса до 2 метров.

В связи с освоением нефтяных, газоконденсатных месторождений на территории Иркутской области идёт интенсивное хозяйственное освоение этих территорий.

Климат района работ резко континентальный. Зима очень холодная, преимущественно с ясной безветренной погодой. Снег выпадает часто, но снегопады слабые. Преобладающая температура воздуха в самые холодные месяцы (январь, февраль) до минус

33,9°С. Абсолютная минимальная температура минус 57°С. Весной наблюдается кратковременное увеличение скорости ветра.

Весна (конец апреля - май) с неустойчивой, преимущественно ясной погодой, частыми вторжениями холодного воздуха. Снег сходит вначале мая. 11-12 дней в месяц с осадками. Лето (с июня по начало сентября) теплое с переменной погодой и частыми туманами. Заморозки прекращаются в начале июня и возобновляются в начале сентября. Средняя дневная температура плюс 23,6°С. Максимальная температура воздуха в июле плюс 38°С. Ветры в течение года преобладают юго-западные и южные, летом юго-западные и северо-восточные. Средняя скорость ветра 1,7 м/с.

Климатические условия района изысканий характеризуются данными наблюдений метеостанций Токма, расположенной в 41 км северо-западнее от изыскиваемой площадки.

Главными факторами, определяющими своеобразие климата, являются характер общей циркуляции воздушных масс и физико-географические условия территории – её удалённость и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость со стороны Ледовитого океана, большая протяжённость, как с севера на юг, так и с запада на восток, сложность орографии. В зимний период территорию охватывает мощный сибирский антициклон, начинающий образовываться в сентябре. В антициклоне происходит формирование континентального, очень холодного воздуха. Ясная и сухая погода способствует охлаждению земной поверхности и нижних слоёв воздуха. При сильных морозах и затишье часто образуются морозные туманы.

Северо-атлантические воздушные массы обычно приносят циклоническую погоду сопровождающуюся сильными ветрами и продолжительными метелями [1].

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Инженерно-геологические условия района работ изучались главным образом в послевоенные годы в связи с проектированием и строительством гидроэнергетических сооружений, разработкой месторождений полезных ископаемых, строительством промышленных комплексов. Средне- и крупномасштабные исследования небольших участков проводились кафедрой геокриологии МГУ, Институтом мерзлотоведения СО АН СССР.

В связи с начавшимся интенсивным освоением газоконденсатных и нефтяных месторождений в регионе выполнен ряд изыскательских работ связанных именно с этим направлением и в частности при составлении проекта производства работ использовалась информация из технических отчетов:

«Технический отчет о выполненных инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Система транспорта нефти (нефтепровод) от УПН "Ярактинского" нефтеконденсатного месторождения до НПС №7 трубопроводной системы "Восточная Сибирь – Тихий Океан" Площадные сооружения (площадка ПСП, стадия "РД"). ФГУП «ВостСибАГП» 2009 г.

«Технический отчет о выполненных инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Строительство поисково-оценочных скважин №312, 313». ФГУП «ВостСибАГП» 2010 г.

«Технический отчет по выполненным инженерно-геологическим изысканиям на объекте: «Строительство поисковых скважин №2 Средненепского ЛУ» ООО «Навигатор» 2016 г.

Перечисленные выше работы проводились за пределами рассматриваемой площади и могут служить, как справочная информация.

На всю рассматриваемую территорию имеется геологическая карта масштаба 1:200 000.

Для построения профиля проектируемой *трассы двухцепной воздушной линии электропередач* ВЛЗ-6 кВ, а также сводных таблиц физико-механических свойств грунтов использованы материалы инженерно-геологических изысканий непосредственно в коридоре изыскиваемой трассы на объекте: «Обустройство кустовой площадки КП-4 Ичединского нефтяного месторождения», выполненный ООО «Навигатор», 2016 г.

Вдольтрассовый проезд находится на одном геоморфологическом элементе с изыскиваемым объектом и схож по стратиграфо-генетическим комплексам, условиям залегания грунтов, литологическим и петрографическим характеристикам выделенных слоев грунтов по генетическим типам, характеристике состава, состояния, физических и физико-механических свойств грунтов [1].

1.3 Геологическое строение района работ

1.3.1 Стратиграфия

Территория листа сложена в основном осадочными отложениями всех отделов кембрия и ордовика. Очень ограничено распространены юрские образования и интрузии траппов.

Палеозой

Кембрийская система

Кембрийские отложения в пределах района представлены морскими карбонатными породами литвинцевской свиты нижнего – среднего кембрия и красноцветными мелко-водно-морскими и лагунно-континентальными образованиями верхоленской свиты среднего-верхнего кембрия и илгинской свиты верхнего кембрия.

Нижний и средний отделы

Литвинцевская свита (См1-2 lt). Эти отложения впервые выделены В.П. Масловым под названием литвинцевского горизонта (Маслов, 1932). А.А. Арсеньевым и Е.А. Нечаевой они были детально описаны в качестве свиты (Арсеньев, Нечаева, 1947). Г.А. Кузнецов указывает, что свита венчает собой разрез карбонатного кембрия (Кузнецов, 1957).

На территории листа породы свиты распространены ограниченно, они выходят на поверхность в ядрах антиклинальных структур. Изученный на площади листа разрез свиты представлен доломитами светло-серыми, пепельно-серыми, коричневато-серыми, кремовыми, мелкозернистыми и тонкозернистыми, толстоплитчатыми, реже тонкоплитчатыми, крепкими, слабо кальцитизированными по трещинам и порам. Образование разреза нарушается лишь маломощными редкими прослоями темно-серых известняков и карбонатных брекчий. В верхней части свиты присутствуют прослои водорослевых доломитов. В кровле её довольно часто встречаются включения черных и красных кремней в виде мелких желваков и линз. Наибольшая видимая мощность литвинцевской свиты на территории листа равна 70-80 м. Полная мощность свиты по данным бурения на р.Лене, около дер. Туруки, по А.А. Бублиенко и Л.К. Овченкову, составляет 176 м (Бублиенко, 1950; Овченков, 1956). Ниже, по их же данным, залегают породы ангарской свиты нижнего кембрия.

Характерными особенностями свиты являются карбонатный состав, однообразный цвет пород, однородность их структуры и текстуры.

Средний – верхний отделы

Верхоленская и илгинская свиты нерасчлененные (См2-3 vl+il). Описываемые отложения представляют собой карбонатно-терригенную, преимущественно красноцветную, лагунно-континентальную и мелководно-морскую толщу. Ввиду малой мощности илгинской свиты, на геологической карте она объединена с верхоленской свитой. Ниже приводится отдельное описание этих свит.

Породы верхоленской свиты впервые выделены В.А. Обручевым в районе верхнего течения р.Лены под названием яруса. В.Ю. Черкесовым в том же объеме они названы свитой (Обручев, 1982; Черкесов, 1931).

На территории листа породы свиты выходят на поверхность в ядрах и на крыльях антиклинальных структур. Изученный на площади листа разрез свиты представлен переслаивающимися алевролитами, аргиллитами и мергелями с прослоями песчаников и известняков. Цвет отложений главным образом красно-бурый с многочисленными голубовато-серыми, серыми, зеленовато-серыми прослоями и пятнами. Довольно часто встречаются следы мелководья (волноприбойные знаки, трещины усыхания), приуроченные обычно к поверхностям напластования более крепко сцементированных пород. В средней части свиты присутствуют прослои темно-зеленовато-серых известняков, имеющих битуминозный запах.

На сопредельных площадях свита имеет аналогичный состав (Пономарев, Артеменко, 1962; Богачков, Шафиров, 1965). Ввиду однообразия и монотонности свиты достаточно хорошее литологические критерии для её расчленения отсутствуют.

Мощность свиты на территории листа изменяется от 250 до 350 м, уменьшаясь в северном направлении. В верхнем течении р.Лена мощность верхоленской свиты составляет 900-1000 м, в районе г.Усть-Кута – 430-440 м, у с.Маркова на р.Лене – 458 м. На р.Непе она сокращается до 130-140 м (Смолянец, 1965).

Ордовикская система

На территории листа распространены породы всех отелов ордовика, представленные морскими осадочными отложениями.

Нижний отдел

Усть-Кутский ярус

Усть-Кутская свита. Отложения свиты впервые выделены В.А. Обручевым на р.Лене под названием усть-кутского горизонта (Обручев, 1892). В.Ю. Черкесовым они названы усть-кутской свитой (Черкесов, 1931).

Породы свиты на площади листа выходят на поверхность на крыльях антиклинальных структур. Свита слагается в основном доломитами, доломитизированными известняками, карбонатными песчаниками и по литологическому составу делится на нижнюю и верхнюю подсвиты.

Нижняя часть усть-кутского яруса

Нижняя подсвита (O1 uk1). Подсвита сложена доломитами, карбонатными песчаниками с прослоями алевролитов.

Породы подсвиты в основном толстоплитчатые, реже встречаются тонкоплитчатые разновидности. Цвет отложений преимущественно желтовато-серый, кремовый, серый,

реже вишнево-серый, фиолетовый, встречаются пятнистоокрашенные прослои. Часто наблюдающиеся в породах трещины и каверны кальцитизированы и лимонитизированы.

К характерным особенностям подсвиты относятся однообразный, в основном желтовато-серый и серый цвет пород, преимущественно карбонатный их состав, преобладание мелководных оолитовых и водорослевых разностей. Характерны также часто встречающиеся мелкие (1-3 мм) черные дендриты марганца на поверхностях трещин отдельности.

Мощность нижней подсвиты усть-кутской свиты на площади листа изменяется в пределах от 20 м в северной части до 60 м в южной части.

Средний отдел

Криволуцкий ярус

Криволуцкая свита (O2 kr). Впервые была выделена В.А. Обручевым (Обручев, 1892). Её отложения на площади листа выходят на поверхность на крыльях антиклинальных структур. В свите отчетливо выделяются две подсвиты – нижняя, преимущественно глинистая, и верхняя, в основном песчаниковая. Ввиду их малой мощности, при наклонном залегании не отображающейся в масштабе карты, в северной части территории криволуцкая свита показана нерасчлененной.

Нижняя подсвита (O2 kr 1). Нижняя подсвита криволуцкой свиты сложена аргиллитами и алевролитами с прослоями карбонатных песчаников.

К характерным особенностям подсвиты относятся преобладание в её составе глинистых пород и их зеленый, серый, вишневый цвет. Мощность подсвиты на территории листа составляет 40-60 м.

Верхняя подсвита (O2 kr 2) криволуцкой свиты сложена песчаниками с редкими прослоями алевролитов и аргиллитов.

Характерными особенностями подсвиты, облагораживающими геологическое картирование, являются разнозернистость и гравийность песчаников, образующих песчаные элювиально-делювиальные накопления на породах подсвиты.

Породы криволуцкой свиты залегают на нижнеордовикских отложениях со стратиграфическим несогласием. Из разреза нижнего ордовика на территории листа выпадают ийская, бадарановская свиты и верхняя подсвита усть-кутской свиты, а её нижняя подсвита сокращается в мощности.

Чертовская свита (O2 cr). Чертовская свита впервые выделена В.Ю. Черкесовым на р.Лене (Черкесов, 1931). На площади листа породы чертовской свиты, совместно с други-

ми среднеордовикскими отложениями, выходят на поверхность на крыльях антиклинальных структур непского типа.

Свита отчетливо делится на две пачки: нижнюю, преимущественно глинистую, и верхнюю, в основном песчаниковую.

Нижняя пачка сложена серо-зелеными аргиллитами с прослоями и линзами песчаников серых и желтовато-серых, мелкозернистых и разномзернистых, иногда гравийных. В верхней части пачки появляются прослои красно-бурых и вишневого аргиллитов и песчаников с волноприбойными знаками. Для некоторых прослоев аргиллитов характерна обильная слюдистость. Мощность нижней пачки 20-25 м.

Верхняя пачка состоит из песчаников серых, зеленовато-серых и желтовато-серых мелко-, средне- и разномзернистых, с прослоями вишнево-серых и коричнево-серых песчаников. В песчаниках присутствуют слои серо-зеленых и красно-бурых аргиллитов. Мощность пачки 15-20 м.

Средний – верхний отделы

Макаровская свита (О2-3 мк). Породы свиты впервые выделены В.А. Обручевым как макаровский ярус (Обручев, 1892). В.Ю. Черкасов в том же объеме назвал их макаровской свитой (Черкасов, 1931).

Отложения макаровской свиты распространены на площади листа наиболее широко. Они занимают промежутки между антиклинальными структурами и участвуют в строении крыльев структур. Отложения этой свиты представлены сравнительно мощной песчано-глинистой, преимущественно красноцветной толщей, состоящей в основном из терригенных пород. Естественные коренные обнажения свиты наблюдаются по рекам Куте, Чикмару, Бол.Ичеде, Озерной.

Нижняя часть свиты мощностью 30-40 м сложена переслаивающимися аргиллитами красно-бурого, серо-зеленого, буровато-коричневого и вишнево-бурого цвета с прослоями песчаников, алевролитов и известняков. Пятнистая окраска, являющаяся отличительным признаком пород макаровской свиты и её стратиграфического аналога на р.Ангаре и р.Илиме – братской свиты, для этой части разреза не характерна.

Верхняя часть макаровской свиты наблюдается в ряде естественных обнажений по р.Куте и Бол.Ичеде. Она представлена в основном аргиллитами (67%) красноцветными, голубовато-серыми и серо-зелеными, с характерными серо-зелеными пятнами до 10 см и более в поперечнике, с прослоями алевролитов (28%), песчаников (2%) и известняков (2%).

Нижняя и верхняя части макаровской свиты связаны постепенным переходом. В отбельных горных выработках они плохо отличимы друг от друга.

Видимая мощность отложений макаровской свиты на площади листа достигает 180 м.

Мезозой

Юрская система (J ?)

Юрские (J ?) отложения на территории листа встречаются в виде небольших локальных участков в северо-западной его части на водоразделе рек Непы и Береи.

Как видно из приведенного разреза, юрские (J ?) отложения состоят из песчаников, аргиллитов, глин, конгломератов, галечно-глинистых отложений с чуждой для района галькой метаморфических, изверженных и осадочных пород. Галька представлена в основном кварцитами, микрокварцитами, микропегматитами, микрофельзит-порфирами. В состав галек и валунов в районе встречаются эффузивы, гранодиориты, гнейсы, граниты, гранит-порфиры, песчаники, кремни, метадиабазы.

Судя по литологическим особенностям описываемых отложений, генезис их континентальный (озерно-речной). Об этом свидетельствует наличие округлой хорошо окатанной экзотической гальки, принесенной, очевидно, издалека, разнозернистость и полимиктовость песчаников, присутствие ожелезненных конгломератов.

Видимая мощность отложений на площади листа не превышает 30 м.

Кайнозой

Четвертичная система

Рыхлые четвертичные отложения сплошным плащом покрывают весь комплекс древних отложений. По генетическим признакам они делятся на аллювиальные и аллювиально-делювиальные. На геологической карте показаны только аллювиальные верхнечетвертичные и современные отложения объединенные. Рыхлые элювиальные отложения (e Q) района, судя по их составу, образовались за счет разрушения местных коренных пород и представлены суглинками, суглинками щебенистыми, щебенистыми грунтами.

Верхнечетвертичные и современные отложения объединенные (Q III+IV). К ним относятся отложения низкой пойменной террасы, наблюдающейся у всех водотоков района, высокой поймы (развитой у сравнительно крупных рек Куты, Бол.Ичеды, Мал.Тиры) и надпойменных террас высотой 10-15 и 20-22 м. террасы, как и русловые отложения, сложены песчано-глинистым материалом с галькой и гравием местных пород (доломитов, известняков, песчаников). Редко встречается экзотическая галька, принесенная, по видимому, из юрских (J) отложений [2].

1.3.2 Тектоника

К настоящему времени для юга Сибирской платформы составлены многочисленные тектонические схемы, в которых основные вопросы по структурным особенностям этого обширного региона в целом не противоречат друг другу. Некоторые различия в трактовке тех или иных проблем зависят от степени детальности и от состояния геологической изученности к моменту опубликования этих работ.

Основные черты описываемой площади характеризуются сложностью структурно-тектонического строения, выражающейся наличием интенсивно дислоцированных линейных гребневидных структур и крупных разрывных нарушений. В плане эти структуры четко группируются в отдельные изолированные зоны, приуроченные к присводовым частям нешироких валообразных поднятий, разделенных прогибами. В пределах валообразных поднятий антиклинальные структуры отделяются друг от друга участками более спокойного, полого-волнистого залегания пород.

На изученной территории с запада на восток выделены три вала: Кутско-Непский, Верхнетунгусский и Усть-Кутский.

Валы разделены прогибами: Юктинским и Озерным. Кроме того, вдоль Усть-Кутского вала проходит Уладекитская синклинальная складка, являющаяся непосредственным продолжением на северо-восток Срединного прогиба.

Определить глубинное строение выделенных валов и разделяющих их прогибов не предоставляется возможным, так как на территории листа проведена только геологическая съемка масштаба 1:200 000 без применения буровых работ [2].

1.3.3 Геоморфология

Территория листа расположена в южной части Среднесибирского плоскогорья, в пределах Приленской плоской возвышенности (Золотарев и др., 1960).

Рельеф местности средне холмистый, структурно-денудационный, грядово-увалистый, изрезанный водотоками. Для всего района характерно незначительное погружение поверхности рельефа в северном направлении. Приленское плато представляет собой приподнятую полого-увалистую и холмисто-грядовую денудационную равнину с фрагментами поверхностей выравнивания. Поверхность плато расчленена глубоковрезанными речными долинами на отдельные гряды, вытянутые на 30-50 км и относительно узкие (до 5-6 км), с плоскими водоразделами и отдельными куполовидными вершинами [2].

1.3.4 Гидрогеологические условия района

В соответствии с гидрогеологическим районированием подземные воды района работ приурочены к Верхнеленскому артезианскому бассейну. Генетически и по водовмещающим породам подземные воды подразделяются:

Поровые-пластовые – гидрокарбонатные кальциевые или магниевые-кальциевые рыхлых образований четвертичного возраста.

Поровые и трещинно-пластовые воды по составу гидрокарбонатные кальциевые нижнеордовикских отложений.

Порово-пластовые - гидрокарбонатные кальциево-магниевые верхнекембрийских отложений.

Поровые и трещинно-пластовые гидрокарбонатные кальциево-магниевые верхне-средне-кембрийских отложений.

Трещинно- пластовые и карстовые нижнекембрийских отложений.

Для водоснабжения используются воды р.Лена и воды аллювиальных отложений четвертичного возраста. Основное влияние на условия обустройства будут оказывать подземные воды первого водоносного горизонта, залегающего, как правило, на глубине 2-5-10м от поверхности.

Водовмещающими породами (грунтами) этого генетического типа вод являются галечниковые, песчаные, супесчаные грунты аллювиального генезиса, а так же щебенистые, песчанистые и супесчаные разности грунтов элювиально-делювиального комплексов. Пониженные участки рельефа (поймы водотоков, болота, выположенные вершины водоразделов) часто имеют в верхней части разреза торфяные, заторфованные разности грунтов водонасыщенного – текучего состояния [1].

1.3.5 Геологические процессы и явления

Проявление современных экзогенных процессов в значительной степени обусловлено геологическим строением, литологическим составом пород, геоморфологическими особенностями района изысканий и его климатическими особенностями. В пределах рассматриваемого района, наиболее развитыми физико-геологическими процессами и явлениями являются криогенные процессы - морозное пучение и выветривание грунтов.

Морозное пучение. Консистенция глинистых грунтов, залегающих в верхней части разреза носит непостоянный характер и может изменяться в зависимости от количества и времени выпадения осадков. При увеличении влажности степень пучения грунтов

повышается, поэтому необходимо исключить возможность техногенного замачивания грунтов и предусмотреть естественный сток природных вод.

Категория опасности процесса морозного пучения в районе изысканий – умеренно опасная (согласно таблице 5.1 СП 115.13330.2016) [3]. Процесс развивается в пределах глубины сезонного промерзания-оттаивания. Расчетная глубина сезонного промерзания рассчитана по данным метеостанции Токма и составляет: для глинистых – 2,7-3,8 м, для крупнообломочных грунтов – 3,1-4,3 м. Расчетная глубина сезонного оттаивания рассчитана по данным метеостанции Токма составляет: для глинистых – 2,6-3,6 м, для крупнообломочных грунтов – 4,2 м.

На участке работ проектируемых сооружений грунты по относительной деформации пучения в зоне сезонного промерзания классифицируются как непучинистые.

Выветривание. На участке изысканий преобладает физическое выветривание скальных грунтов. В большинстве случаев интенсивность развития физического выветривания зависит от морозного выветривания, так как в районе суровый климат с большими колебаниями годовых температур воздуха, а также от глубокого промерзания горных пород.

Процессы выветривания оказывают большое влияние на физико-механические свойства пород и обуславливают возникновение и развитие других инженерно-геологических процессов. В зависимости от минералогических и структурных особенностей коренных пород, при выветривании могут образовываться глыбовые россыпи, щебенистые и даже дресвяные.

Прогноз выветривания. При хозяйственном освоении территории более активную зону процессов выветривания следует ожидать на участках вскрытия пород горными выработками (карьерами, выемками, проходками канав и траншей и .т.п.)[4].

Эндогенные процессы. Нормативная сейсмическая интенсивность, согласно (приложению А) СП 14.13330.2018 [5] по картам ОСР-2016 А – 6 баллов, ОСР-2016 В - 6 баллов, по карте ОСР-2016 С - 7 баллов. Степень активности данного процесса оценивается как опасная (СП 115.13330.2016 таблица 5.1) [3]. Категория грунта по сейсмическим свойствам – II (согласно СП 14.13330.2018 таблица 5.1) [5].

1.3.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

В административном отношении Ичединское нефтяное месторождение относится к Усть-Кутскому району Иркутской области.

По геоморфологическим признакам рассматриваемый участок работ расположен в пределах Приленского плато.

По своему генезису это структурно-денудационное плато. Долины рек характеризуются ступенчатым строением, местами наблюдается резкая асимметрия в строении склонов.

Гидрографическая сеть района работ представлена разветвлённой сетью рек и ручьёв. Наиболее крупные реки: Бол. Тира; Огневка.

Исследуемая территория согласно (приложению Б) СП 115.13330-2016 [3] характеризуется не сплошным распространением многолетнемерзлых грунтов.

Согласно ранее выполненных изысканий для территории характерна островная многолетняя мерзлота, мощность островов 15-60 м.

Глубина сезонного промерзания и протаивания пород (СПП) зависит от многих факторов: наличия многолетнемерзлых пород, геоморфологического положения, экспозиция склона, состава, генезиса и мощности отложений, затененности места, растительности, влажности грунта, времени измерения и др. В результате этих факторов глубина СПП даже на локальных участках может варьировать. Основными факторами влияющими на процессы и на глубины промерзания-оттаивания являются: температурный режим над поверхностью, покровы (растительный, снеговой), влажность пород, теплофизические свойства (теплопроводность), среднегодовая температура. Глубины промерзания и протаивания пород данного участка изображены в графической части на геологическом разрезе [1].

Климат рассматриваемой территории резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким относительно жарким летом. В любой сезон года возможны резкие изменения породы: переход от тепла к холоду, резкие колебания температуры воздуха от месяца к месяцу, от суток к суткам и в течение суток.

В геологическом строении принимают участие в основном осадочные отложения всех отделов кембрия и ордовика. Очень ограничено распространены юрские образования и интрузии трапшвов.

В соответствии с гидрогеологическим районированием подземные воды района работ приурочены к Верхнеленскому артезианскому бассейну.

Для водоснабжения используются воды р.Лена и воды аллювиальных отложений четвертичного возраста.

В пределах рассматриваемого района, наиболее развитыми физико-геологическими процессами и явлениями являются мерзлотные процессы (морозное пучение и выветривание грунтов).

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

2.1 Рельеф участка

В геоморфологическом отношении исследуемый участок расположен на пологих склонах и переходе через лог 1. Абсолютные отметки колеблются от 572 м до 537.5 м. Лог 1 вытянут с северо-запада на юго-восток и является правым притоком ручья без названия 1, правого притока р. Б. Тира. Водосбор лога прямоугольной формы, большей частью залесен.

Долина лога шириной 40 м, U-образной формы. Борта долины выположены. Долина лога покрыта лесом. Вдоль трассы вырублена полоса леса, шириной 73 м, покрыта луговой растительностью. На момент изысканий сток в логе отсутствует. Русловые деформации отсутствуют. Уровень воды 1 % обеспеченности составляет 537.87м БС.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

В геологическом отношении рассматриваемая территория характеризуется развитием осадочных образований кембрийской и четвертичной систем. На исследованную глубину до 10,0 м вскрыты техногенные и биогенные образования (почвенно-растительный слой), элювиальные отложения четвертичного возраста, а также скальные грунты верхнекембрийского возраста. Биогенные отложения представлены почвенно-растительным слоем с корнями растений и деревьев (ИГС-2), залегающим практически повсеместно с поверхности вскрытой мощностью 0,1 м.

В результате проведенных исследований на данном участке по материалам полевого описания грунтов и лабораторных исследований выделено пять инженерно-геологических элементов (ИГЭ), один расчетный геологический элемент (РГЭ) и два инженерно-геологических слоя (ИГС). Описание геологического строения участка работ представлено ниже.

Техногенные образования

ИГС-1 – насыпной грунт (дресвяный грунт заполнитель суглинок твердый, заполнителя 40%). Залегает с поверхности в виде отвалов, сформированных при проведении земляных и строительных планировочных работ. Мощность слоя от 0,2 до 1,6 м.

Элювиальные отложения

По результатам инженерно-геологических изысканий на участке работ в элювиальных отложениях выделено пять ИГЭ:

- ИГЭ-16тв – суглинки легкие пылеватые с дресвой (дресвы 18%) твердые коричневого цвета залегают повсеместно в интервале глубин от 0,1 м до 10,0 м вскрытой мощностью от 0,7 до 9,9 м;

- ИГЭ-20тв – суглинки легкие пылеватые щебенистые (щебня 39%) твердые коричневого цвета залегают повсеместно в интервале глубин от 0,0 м до 10,0 м вскрытой мощностью от 1,0 до 3,0 м;

- ИГЭ-77 – щебенистые грунты малопрочные сильновыветрелые (заполнитель суглинок твердый, заполнителя 18%) залегают повсеместно в интервале глубин от 1,0 м до 10,0 м вскрытой мощностью от 5,5 до 7,4 м;

Элювиальные мерзлые отложения

- ИГЭ-м16 – суглинки легкие пылеватые слабодыстые пластичномерзлые (при оттаивании твердые) криотекстура массивная, коричневого цвета залегают локально в интервале глубин от 0,8 м до 5,0 м вскрытой мощностью 4,2 м;

- ИГЭ-м77 – щебенистые грунты пониженной прочности сильновыветрелые нелдыстые (заполнитель суглинок при оттаивании твердый, заполнителя 20%) твердомерзлые криотекстура массивная залегают в интервале глубин от 5,0 м до 7,0 м вскрытой мощностью 2,0 м.

Кембрийские отложения

По результатам инженерных изысканий на участке работ выделен один расчетный инженерно-геологический элемент (РГЭ) скальных отложений:

Скальные отложения

- РГЭ-ал105мп – алевролиты, песчаники малопрочные плотные среднепористые средневыветрелые размягчаемые сильнотрещиноватые бурого цвета залегают в интервале глубин от 6,5 до 10,0 м вскрытой мощностью 3,5 м.

Скальные мерзлые грунты на рассматриваемой территории не встречены.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

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

На разрезе исследуемого участка выделяют 3 стратиграфо-генетических комплекса современные четверичные отложения, четверичные элювиальные отложения и отложения верхнего кембрия.

Классификация грунтов принята по ГОСТ 25100-2020 [6]. Статистическая обработка лабораторных данных и выделение инженерно-геологических элементов выделены согласно ГОСТ 20522-2012 [7]:

ИГС-2 – Почвенно-растительный слой с корнями растений и деревьев;

ИГЭ-16тв – суглинки легкие пылеватые с дресвой (дресвы 18%) твердые коричневого, имеет следующие показатели, полученные в результате **статистической обработки**: влажность составляет 17.8 %, влажность на границе текучести составляет 30.9 %, влажность на границе раскатывания составляет 19.2%, число пластичности равно 11.7%, показатель текучести равен -0.12 д.е., плотность равна 2.01 г/см³, плотность сухого грунта равна 1.71 г/см³, плотность частиц грунта составляет 2.71 г/см³, коэффициент водонасыщения равен 0.83 д.е., коэффициент пористости равен 0.584 д.е., пористость составляет 36.9%, засоленность составляет 0.011%, удельное сцепление составляет 42 кПа, угол внутреннего трения составляет 22°, модуль деформации равен 19 МПа.

ИГЭ-20тв – суглинки легкие пылеватые щебенистые (щебня 39%) твердые коричневого, имеет следующие показатели полученные в результате статистической обработки: влажность составляет 15.9 %, влажность на границе текучести составляет 27.7%, влажность на границе раскатывания составляет 17.7%, число пластичности равно 10%, показатель текучести равен -0.18 д.е., плотность равна 2.05 г/см³, плотность сухого грунта равна 1.77 г/см³, плотность частиц грунта составляет 2.71 г/см³, коэффициент водонасыщения равен 0.81 д.е., коэффициент пористости равен 0.534 д.е., пористость составляет 34.8%, засоленность составляет 0.010%, удельное сцепление составляет 48 кПа, угол внутреннего трения составляет 24°, модуль деформации равен 21 МПа.

ИГЭ-77 – щебенистые грунты малопрочные сильновыветрелые (заполнитель суглинков твердый, заполнителя 18%), имеет следующие показатели полученные в результате статистической обработки: влажность составляет 11.9 %, влажность на границе текучести составляет 29.9 %, влажность на границе раскатывания составляет 17.3%, число пластичности равно 8,6%, показатель текучести равен -0.63 д.е., плотность равна 2.33 г/см³, плотность сухого грунта равна 2.08 г/см³, плотность частиц грунта составляет 2.75 г/см³, коэффициент водонасыщения равен 1.0 д.е., коэффициент пористости равен 0.320 д.е., пористость составляет 24.2%, засоленность составляет 0.012%, удельное сцепление составляет 12 кПа, угол внутреннего трения составляет 28°, модуль деформации равен 48 МПа, коэффициент выветрелости составляет 0.82 д.е., коэффициент истираемости составляет 0,38 д.е.

РГЭ-ал105мп – алевролиты, песчаники малопрочные плотные среднепористые средневыветрелые размягчаемые сильнотрещиноватые бурого цвета, имеет следующие показатели полученные в результате статистической обработки: влажность составляет 8.8 %, плотность равна 2.37 г/см³, плотность сухого грунта равна 2.18 г/см³, плотность частиц

грунта составляет 2.75 г/см³, коэффициент водонасыщения равен 0.91 д.е., коэффициент пористости равен 0.265 д.е., пористость составляет 21.0%, коэффициент размягчаемости равен 0.32 д.е., предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии равен 10.2 МПа, коэффициент истираемости составляет 0,32 д.е., коэффициент выветрелости составляет 0.86 д.е.

ИГЭ-м16 – суглинки легкие пылеватые слабольдистые пластичномерзлые (при оттаивании твердые) криотекстура массивная, коричневого цвета, имеет следующие показатели полученные в результате статистической обработки в мерзлом и оттаявшем состоянии: плотность частиц грунта составляет 2.71 г/см³, плотность мерзлого грунта составляет 1.96 г/см³, плотность скелета мерзлого грунта составляет 1.65 г/см³, коэффициент пористости равен 0.637 д.е., пористость мерзлого грунта составляет 38.9%, суммарная влажность равна 0.189 д.е., влажность минеральных прослоев 0.168 д.е., влажность видимых включений льда составляет 0,021 д.е., влажность незамерзшей воды составляет 0,141 д.е., влажность парового льда 0.027 д.е., степень заполнения пор льдом и незамерзшей водой составляет 0,72 д.е., суммарная льдистость составляет 0,089 д.е., льдистость видимых включений льда составляет 0.042 д.е., льдистость льда цемента составляет 0,047 д.е., относительное сжатие мерзлого грунта составляет 0.046 д.е., теплопроводность грунта составляет 1.05 ккал/(м.ч.град), объемная теплоемкость составляет 684 ккал/(м.ч.град); после оттаивания: температура начала замерзания грунта -0.20 С°, плотность талого грунта составляет 1.97 г/см³, плотность скелета талого грунта составляет 1.66 г/см³, коэффициент водонасыщения равен 0.72 д.е., коэффициент пористости талого грунта равен 0.642 д.е., пористость талого грунта равна 38.7 %, влажность на границе текучести составляет 0.308 д.е., влажность на границе раскатывания составляет 0.195 д.е, число пластичности составляет 0.113 д.е., показатель текучести составляет -0.05 д.е., засоленность составляет 0.013 %, удельное сцепление составляет 40 кПа, угол внутреннего трения составляет 21°, модуль деформации равен 17 МПа, коэффициент сжимаемости равен 0.075 МПа⁻¹, коэффициент оттаивания составляет 0.012 д.е.

ИГЭ-м77 – щебенистые грунты пониженной прочности сильновыветрелые нельдистые (заполнитель суглинок при оттаивании твердый, заполнителя 19%) твердомерзлые криотекстура массивная, имеет следующие показатели, полученные в результате статистической обработки: плотность частиц грунта составляет 2.74 г/см³, плотность мерзлого грунта составляет 2.23 г/см³, плотность скелета мерзлого грунта составляет 1.93 г/см³, коэффициент пористости равен 0.442 д.е., пористость мерзлого грунта составляет 29.7%, суммарная влажность равна 0.160 д.е., влажность минеральных прослоев 0.150 д.е., влаж-

ность видимых включений льда составляет 0,010 д.е., влажность незамерзшей воды составляет 0,0 д.е., влажность парового льда 0.150 д.е., степень заполнения пор льдом и незамерзшей водой составляет 0,98 д.е., суммарная льдистость составляет 0,342 д.е., льдистость видимых включений льда составляет 0.033 д.е., льдистость льда цемента составляет 0,323 д.е., относительное сжатие мерзлого грунта составляет 0.014 д.е., теплопроводность грунта составляет 1.10 ккал/(м.ч.град), объемная теплоемкость составляет 652 ккал/(м.ч.град); после оттаивания: температура начала замерзания грунта 0.0 С°, плотность талого грунта составляет 2.24 г/см³, плотность скелета талого грунта составляет 1.93 г/см³, коэффициент водонасыщения равен 0.98 д.е., коэффициент пористости талого грунта равен 0.420 д.е., пористость талого грунта равна 29.6 %, влажность на границе текучести составляет 0.282 д.е., влажность на границе раскатывания составляет 0.194 д.е., число пластичности составляет 0.088 д.е., показатель текучести составляет -0.39 д.е., засоленность составляет 0.009 %, коэффициент выветрелости равен 0.78 д.е., коэффициент истираемости равен 0.49 д.е., удельное сцепление составляет 10 кПа, угол внутреннего трения составляет 28°, модуль деформации равен 17 МПа.

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов

Выделение инженерно-геологических элементов проводится согласно ГОСТ 20522-2012 [7]. Исследуемую толщину грунтов предварительно разделяют на ИГЭ в соответствии с ГОСТ 25100-2020 [6], с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности. Значения характеристик грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ.

Окончательное выделение ИГЭ проводится на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициентов вариации. При этом необходимо установить, изменяются ли характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении. При наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ. Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие:

$$V < V_{\text{доп}},$$

где V – коэффициент вариации;

$V_{доп}$ – допустимое значение V , принимаемое равным для физических характеристик 0,15, для механических 0,30.

Минимальное количество определений характеристик грунтов для каждого выделенного слоя ИГЭ должно быть достаточно для статической обработки.

В качестве примера построены графики изменения показателей свойств суглинка (ИГЭ-16тв) по глубине, рисунок 2.1-2.4.

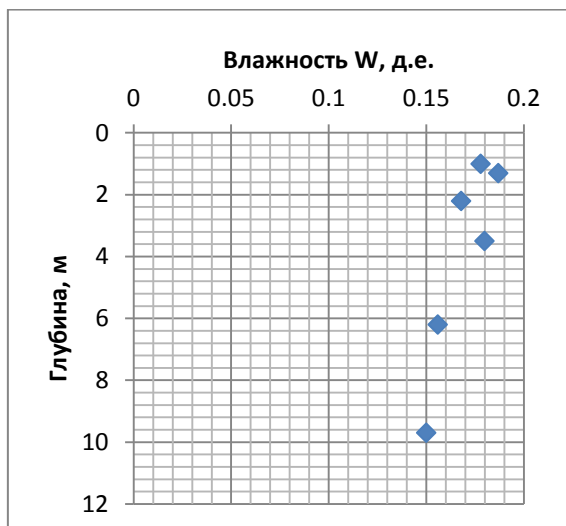


Рисунок 2.1 – Изменение влажности суглинка (ИГЭ-16тв) по глубине

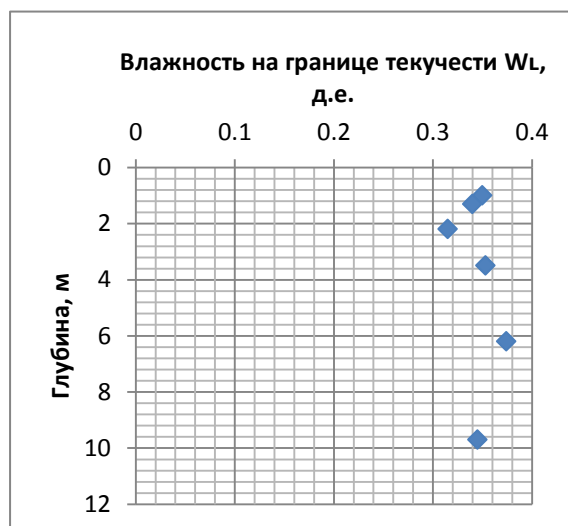


Рисунок 2.2 – Изменение влажности на границе текучести суглинка (ИГЭ-16тв) по глубине

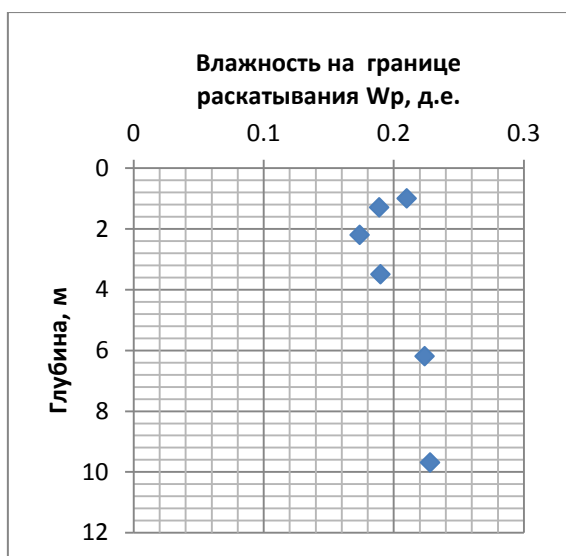


Рисунок 2.3 – Изменение влажности на границе раскатывания суглинка (ИГЭ-16тв) по глубине

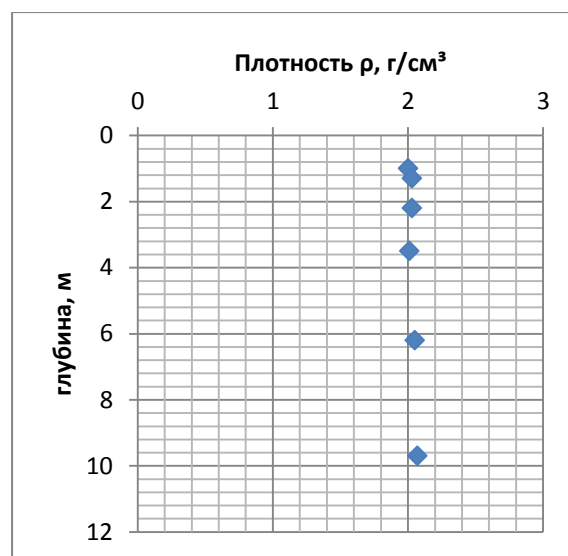


Рисунок 2.4 – Изменение плотности суглинка (ИГЭ-16тв) по глубине

Проанализировав графики, построенные для физических показателей ИГЭ-16тв, выявлено, что значения выборки имеют минимальный разброс и незакономерное распределение. Для подтверждения выделенных ранее ИГЭ была проведена статистическая обработка частных значений характеристик грунтов, которые составляют случайную выборку. Примеры полученных результатов и графики приведены для ИГЭ-16тв в таблице 2.1. Коэффициент вариации для физических характеристик не превышает 0,15, следовательно, дальнейшее разделение ИГЭ не требуется.

Таблица 2.1 Статистическая обработка данных по ИГЭ-16тв суглинка легкого пылеватого с дресвой (дресвы 18%) твердого

Характеристика физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, S	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Влажность грунта, W, д.е.	0,015	0,170	0,085
Влажность на границе текучести, W _L , д.е.	0,019	0,346	0,056
Влажность на границе раскатывания, W _p , д.е.	0,022	0,203	0,106
Плотность грунта, ρ, г/см ³	0,026	2,031	0,013

Аналогичные расчеты подтвердили ранее выделенные ИГС, ИГЭ и РГЭ:

1. ИГС-2 – почвенно-растительный слой с корнями растений и деревьев (вQ IV);
2. ИГЭ-16тв – суглинок легкий пылеватый с дресвой (дресвы 18%) твердый (е Q);
3. ИГЭ-20тв – суглинок легкий пылеватый щебенистый (щебня 39%) твердый (е Q);
4. ИГЭ-77 – щебенистый грунт малопрочный сильновыветрелый (заполнитель суглинок твердый, заполнителя 18%) (е Q);
5. ИГЭ-м16 – суглинок легкий пылеватый слабльдистый пластичномерзлый (при оттаивании твердый) (е Q);
6. ИГЭ-м77 – щебенистый грунт пониженной прочности сильновыветрелый нельдистый (заполнитель суглинок при оттаивании твердый, заполнителя 20%) твердомерзлый (е Q);
7. РГЭ-ал105мп – алевролиты, песчаники малопрочные плотные среднепористые средневыветрелые размягчаемые сильнотрещиноватые (Є₃).

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Определение нормативных χ_n и расчетных χ значений характеристик грунтов для ИГЭ следует проводить в соответствии с пунктами 6.2-6.6 ГОСТ 20522-2012 [7].

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012, методом статистической обработки частных значений характеристик [7].

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330-2016 [8] доверительная вероятность α - расчетных значений характеристик грунтов применяется при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации $\alpha = 0,85$.

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

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

где t_α - коэффициент, применяемый по таблице Е.2 приложения Е в зависимости от данной 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 [7].

Для расчета коэффициента надежности по грунту использована γ_g 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:

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

Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств талых и мерзлых грунтов представлены в таблицах 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 Таблица нормативных и расчетных показателей физико–механических свойств талых грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-11	Граница текучести, W_L , %	Граница раскатывания, W_P , %	Число пластичности, I_p , %	Природная влажность, W , %	Показатель текучести, I_L	Плотность сухого грунта, ρ_s , г/см ³	Плотность частиц грунта, ρ_p , г/см ³	Коэффициент водонасыщения, S_r , д.с.	Коэффициент пористости, e , д.с.	Пористость, n , %	Засоленность %, D_{sal}	Влажность при полном водонасыщении, %	Показатель текучести при полном водонасыщении	Плотность, ρ , г/см ³			Удельное сцепление при природной влажности C , кПа			Угол внутреннего трения при природной влажности ϕ , град			Модуль деформации, E МПа	Rс в водонасыщенном состоянии, МПа			Коэффициент размягчаемости	Коэффициент выветрелости	Коэффициент истираемости	Расчетное сопротивление, R_0 кПа	
															нормативное	по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)	нормативное	по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)	нормативное	по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)		нормативное	по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)					
ИГС-1	Насыпной грунт (дресвяный грунт заполнитель суглинков твердый, заполнителя 40%)	25.2	16.5	8.7	13.7	-0.32	1.80	2.70	0.73	0.503	33.5	0.015	18.7	0.26	2.04	2.02	2.01															120**
ИГЭ-16тв	Суглинки легкие пылеватые с дресвой (дресвы 18%) твердые	30.9	19.2	11.7	17.8	-0.12	1.71	2.71	0.83	0.584	36.9	0.011	21.6	0.21	2.01	2.01	2.00	42 36	42к 34	28к 33	22 19	22к 18	19к 17	19 21,7							290**	
ИГЭ-20тв	Суглинки легкие пылеватые щебенчатые (щебня 39%) твердые	27.7	17.7	10.0	15.9	-0.18	1.77	2.71	0.81	0.534	34.8	0.010	19.7	0.20	2.05	2.03	2.02	48	48к	32к	24	24к	21к	21к							300**	
ИГЭ-77	Щебенчатые грунты малопрочные сильноветрелые (заполнитель суглинков твердый, заполнителя 18%)	25.9	17.3	8.6	11.9	-0.63	2.08	2.75	1.00	0.320	24.2	0.012			2.33	2.32	2.31	12р	12к	8к	28р	28к	24р	48р				0.82	0.38	400**		
РГЭ-ал105мп	Алевриты, песчаники малопрочные плотные среднепористые средневетрелые размягчаемые	16			8.8		2.18	2.75	0.91	0.265	21.0				2.37	2.36	2.36								10.2	9.8	9.5	0.32	0.86			

1. ρ - значения показателей рассчитаны по методике ДальНИИС

2. ** - значение принято по таблицам В.8, В.9 СП 22.13330.2011

3. к - значение откорректировано с учетом коэффициента надежности по грунту п.5.3.18 СП 22.13330.2011

4. Значение общего модуля деформации суглинков и глин принято с учетом коэффициента M_k (п.5.3.6 СП 22.13330.2011).

5. Значения удельного сцепления, угла внутреннего трения, общего модуля деформации суглинков и глин приняты по таблице Б.7 СП 22.13330.2011.

6. λ_{36} - по результатам лабораторных испытаний

Таблица 2.3 Таблица нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств мерзлых грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-2011	Мерзлые													После оттаивания																												
		Плотность частиц грунта, ρ_s , г/см ³	Плотность мерзлого грунта, ρ_f , г/см ³	Плотность скелета мерзлого грунта, ρ_{df} , г/см ³	Коэффициент пористости мерзлого грунта, e_f	Пористость мерзлого грунта, n_f , %	Влажность, д.е.				Льдистость д.е.			Относительное сжатие мерзлого грунта, b , д.е.	Теплопроводность грунта, ккал/(м.ч.град)		Объемная теплоемкость грунта, ккал/(м.ч.град)		Температура начала замерзания грунта, t_{fz} , С	Плотность талого грунта, ρ , г/см ³	Плотность скелета талого грунта ρ_s , г/см ³	Коэффициент водонасыщения S_w , д.е.	Коэффициент пористости талого грунта, e , д.е.	Пористость талого грунта, n , %	Влажность на границе текучести, W_L , д.е.	Влажность на границе раскатывания, W_p , д.е.	Пластичность число пластичности, I_p , д.е.	Показатель текучести, I_c	Засоленность %, D_{s0}	Коэффициент выветрелости	Коэффициент истравности, K_f , д.е.	Удельное сцепление C , кПа			Угол внутреннего трения ϕ , град			Модуль деформации, E , МПа	Коэффициент сжимаемости	Коэффициент оттаивания			
Суммарная, W_{tot}	минеральных прослоев, W_{mp}	включений видимого льда, W_i	незамёршей воды, W_w	порового льда, W_{ic}	Степень заполнения пор льдом и незамёршей водой, S_v	суммарная, i_{tot}	видимых включений льда, i	льда-цемента, i_c	L_b	L_f	C_b	C_f	Расчетное давление на мерзлый грунт под нижним концом сваи с глубиной погружения 10 м R_z , кПа	нормативное	по деформациям ($\alpha=0.85$)	по несущей способности ($\alpha=0.95$)	нормативное	по деформациям ($\alpha=0.85$)														по несущей способности ($\alpha=0.95$)											
ИГЭ-м16	Суглинки легкие пылеватые слабодыстые пластичномерзлые (при оттаивании твердые)	2.71	1.96	1.65	0.637	38.9	0.189	0.168	0.021	0.141	0.027	0.72	0.089	0.042	0.047	0.046	1.05	1.20	684	645	800	-0.20	1.97	1.66	0.72	0.632	38.7	0.308	0.195	0.113	-0.05	0.013		0.49	10р	10к	7к	21*	21к	18к	17*/23	0.075	0.012
ИГЭ-м77	Щебенистые грунты пониженной прочности сильновыветрелые нельдистые (заполнитель суглинков при оттаивании твердый, заполнителя 20%) твердомерзлые	2.74	2.23	1.93	0.422	29.7	0.160	0.150	0.010	0.000	0.150	0.98	0.342	0.033	0.323	0.014	1.10	1.26	652	629	2500	0.0	2.24	1.93	0.98	0.420	29.6	0.282	0.194	0.088	-0.39	0.009	0.78	0.49	10р	10к	7к	28р	28к	24к	38р		

1. Физические характеристики грунтов даны по лабораторным данным.
2. ρ - значения показателей рассчитаны по методике ДальНИИС
3. * - значения приняты по таблице Б.7 СП 22.13330.2011
4. k - расчетные значения показателей C, γ приведены с учетом п.5.3.18 СП 22.13330.2011
5. Значение общего модуля деформации суглинков принято с учетом коэффициента M_k (п.5.3.6 СП 22.13330.2011).
6. I_p - по результатам лабораторных испытаний
7. A - значение принято аналогично значениям показателей, определенных для ИГЭ-м16
8. Расчетное давление на мерзлый грунт под нижним концом сваи с глубиной погружения 10 м приведено по прилож. В, табл. В.1 СП 25.13330.2012, при $t=-0,3^{\circ}C$

2.4 Гидрогеологические условия

На момент бурения (август-сентябрь 2016 г.) подземные воды до глубины 10 метров на участке работ не встречены. Однако, в Логе 1 в периоды ливневых дождей и интенсивного снеготаяния и при оттаивании сезонной мерзлоты, а также в случае нарушения поверхностного стока возможно появление надмерзлотных вод типа «верховодки».

По материалам изысканий прошлых лет по химическому составу в районе работ подземные воды – гидрокарбонатные, со смешанным анионным составом: натриевые, магниевые-натриевые, натриево-магниевые, кальциево-натриевые, кальциево-магниевые-натриевые, магниевые-кальциево-натриевые пресные нейтральные согласно (ОСТ 41-05-263-86) [9].

2.5 Специфические грунты

По данным инженерно-геологических исследований, согласно СП 446.1325800.2019 (приложение А) [10], специфические грунты представлены элювиальными и многолетнемерзлыми грунтами. По степени засоленности грунты относятся к незасоленным.

Элювиальные отложения вскрыты повсеместно в интервале глубин от 0 до 10,0 м и представлены: суглинками легкими пылеватыми с дресвой твердыми (ИГЭ-16тв), суглинками легкими пылеватыми щебенистыми твердыми (ИГЭ-20тв) и щебенистыми грунтами малопрочными сильновыветрелыми (заполнитель суглинок твердый, заполнителя 18%) (ИГЭ-77).

Вскрытая мощность талых элювиальных отложений составляет от 1,0 до 10,0 м.

Элювиальные мерзлые отложения вскрыты в интервале глубин от 0,8 до 7,0 м и представлены: суглинками легкими пылеватыми слабодистыми пластичномерзлыми (при оттаивании твердыми) (ИГЭ-м16), щебенистыми грунтами пониженной прочности сильновыветрелыми нельдистыми (заполнитель суглинок при оттаивании твердый, заполнителя 20%) (ИГЭ-м77).

Вскрытая мощность мерзлых элювиальных отложений составляет 6,2 м.

Состав обломочного материала соответствует подстилающим коренным породам – алевролитам, песчаникам.

Согласно СП 11-105-97 часть III п. 8.1 кора выветривания современная, выходящая на поверхность. Образовалась в результате физического выветривания коренных осадочных пород. По форме залегания кора выветривания - площадная, перекрывающая корен-

ные породы сплошным покровом мощностью от десятков сантиметров до десятков метров [11].

В строении коры отмечаются две зоны: зона тонкого дробления или дисперсная, состоящая из ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-м16.

Зона мелкообломочная - состоящая из ИГЭ-77, ИГЭ-м77.

Зона тонкого дробления развита на поверхности, ниже залегает мелкообломочная зона (на коренных породах).

Граница между элювиальными грунтами и подстилающей материнской породой преимущественно ровная, выраженная. Обломочный материал, образующийся при физическом выветривании, сохраняет минеральный состав материнской породы и прочность, благодаря унаследованности структурных связей.

Элювиальные грунты характеризуются сложными условиями залегания, высокой неоднородностью, обусловленной неоднородностью материнской породы (наличием линз, прослоев), избирательностью процессов выветривания, разнообразием геохимических преобразований и, как следствие, повышенная изменчивость состава и свойств грунтов, наличие участков различной степени выветрелости, трещиноватости и неравномерной сжимаемости.

При проектировании необходимо учитывать, что элювиальные грунты существенно изменяют свои прочностные и деформационные свойства в открытых котлованах при их неоднократном замачивании, высыхании и промерзании, а также в процессе эксплуатации, в связи с их дальнейшим выветриванием. Проектирование выполнять в соответствии с требованиями п. 6.5 СП 22.13330.2016 [8].

Мерзлые грунты (многолетнемерзлые) представлены: суглинками легкими пылеватыми слабодистыми пластичномерзлыми (при оттаивании твердыми) (ИГЭ-м16), щебенистыми грунтами пониженной прочности сильновыветрелыми нельдистыми (заполнитель суглинков при оттаивании твердый, заполнителя 20%) (ИГЭ-м77).

По фондовым материалам на переходе через Лог 1 кровля мерзлых грунтов вскрыта на глубине 0,8 м. Нижняя граница многолетней мерзлоты на период изысканий в скважине 3 подсечена на глубине 7,0 м. Наибольшая величина промерзания грунтов отмечается в конце марта – начале апреля.

Температура мерзлых грунтов – минус 0,01 – 0,25 °С.

Температура талых грунтов – плюс 0,01 – 5,86 °С.

Измерение температуры грунтов проводились согласно ГОСТ 25358-2020 [12] в заранее подготовленных и выстоянных скважинах, температура выражалась в градусах Цельсия.

Льдистость дисперсных грунтов изменяется от 0,016 до 0,025 д.е. – у нельдистых грунтов и от 0,031 до 0,195 д.е. - у слабольдистых.

Величина относительной осадки мерзлых грунтов при оттаивании составляет 0,025–0,387 д.е. Относительная осадка рассчитана по формуле 150 из «Руководства по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах» [13]:

$$\delta = \frac{1,1W_c - W_k - 0,1W_H}{\gamma_w / \gamma_s + W_c}$$

где W_c - суммарная влажность мерзлого грунта;

W_H - влажность мерзлого грунта за счет незамерзшей воды;

W_k - конечная влажность оттаявшего и уплотненного грунта;

γ_w - удельный вес воды;

γ_s - удельный вес минеральных частиц.

При расчете осадки крупнообломочных грунтов применялись коэффициенты 0,6-0,8 (Таблица 5.2 «Справочника по строительству на вечномерзлых грунтах») [14].

Согласно СП 493.1325800 (приложение А) категория сложности инженерно-геокриологических условий – III (средней сложности) [15].

Рекомендуется использование многолетнемерзлых грунтов по I принципу (грунты основания используются в мерзлом состоянии).

2.6 Геокриологические условия участка

Участок работ расположен в области прерывистого и островного распространения многолетнемерзлых грунтов (ММГ), с температурой в зоне нулевых годовых амплитуд минус 0,1 – 0,6 °С на глубине 10,0 м.

По температурному состоянию грунты твердомерзлые (глинистые грунты) и твердомерзлые (крупнообломочные грунты).

Криогенная текстура грунтов – массивная.

Многолетнемерзлые грунты характеризуются неравномерным оттаиванием, сжимаемостью, значительными осадками и, соответственно, деформациями.

При строительной разработке территории возможна деградация существующих участков многолетнемерзлых пород, на участках развития многолетнемерзлых грунтов высока вероятность существенного изменения природных условий. Техногенное воздей-

ствие на природные условия поверхности (вырубка леса, удаление растительного покрова, устройство траншей и насыпей) может привести к увеличению глубин оттаивания – промерзания, среднегодовой температуры пород, активизации криогенных и других экзогенных процессов, к осадкам грунтов основания инженерных сооружений. На спланированных срезкой субгоризонтальных поверхностях будут созданы условия для проникновения вглубь талых вод и вод атмосферных осадков, что, в свою очередь, приведет к образованию линз локального водоносного горизонта («верховодки»).

На участках развития слабобльдистых грунтов при нарушении естественного температурного режима мерзлых грунтов возможно возникновение временных водоносных горизонтов.

Рекомендуется производить строительство с учетом нормативной глубины сезонного оттаивания грунтов основания.

2.7 Геологические и инженерно-геологические процессы

Из инженерно-геологических процессов, на территории данного участка, оказывающих влияние на выбор проектных решений и влияющих на устойчивость и эксплуатацию сооружений, отмечен процесс подтопления.

Подтопление территории

Коридор изыскиваемой трассы пересекает один временный водоток:

- Лог 1

В период изысканий (август-сентябрь 2016 г.) в логе 1 на момент изысканий в тальвеге водоток не зафиксирован, подземные воды не вскрыты. При паводках тальвег заполняется.

Прогнозные уровни различной степени обеспеченности приведены в таблице 2.4 (по материалам ИГИ).

Таблица 2.4 Рассчитанные уровни высоких вод по трассе линии ВЛЗ-6 кВ

Название водного объекта	Уклон, ‰	Расстояние, м	Уровни воды, м БС				
			1%	2%	3%	4%	10%
Лог 1	20,2	78,31 ниже по течению	537,87	537,86	537,85	537,85	537,83

В дальнейшем возможно развитие подтопления по схеме 1 (п. 8.1.5. СП 11-105-97 Часть II) [11].

Разгрузка осуществляется перетоком в нижележащие коренные отложения либо испарением.

Территория относится к потенциально подтопляемым в результате ожидаемых техногенных воздействий, по условиям развития процесса II-Б₁ (СП 11-105-97 ч. II, приложение И). Строительные и монтажные работы следует производить с минимальным нарушением естественного поверхностного стока, а также предусмотреть его организацию и отвод [11].

2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Категория сложности инженерно-геологических условий определяется совокупностью факторов указанных в СП 47.13330.2016 (Приложение Г). Если один из факторов отнесен к более высокой категории сложности и будет являться определяющим при принятии основных проектных решений, чем другие, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

Данный участок изысканий относится к III категории сложности инженерно-геологических условий, так как:

- по геоморфологическим условиям - участок работ относится к II категории сложности, так как наблюдаются несколько геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность слабонаклонная.

- по геологическим условиям в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой – III категории сложности - в предполагаемой сфере взаимодействия сооружений с геологической средой выделяется более четырех различных по литологии слоев, мощность резко изменяется, значительная степень неоднородности по показателям свойств грунтов, скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.

- по гидрогеологическим условиям – I категории, так как подземные воды отсутствуют.

- по геологическим и инженерно-геологическим процессам, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации сооружений – II категории, так как имеют ограниченное распространение и не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений.

- по многолетнемерзлым и специфическим грунтам в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой – III категории. Специфические грунты имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительства и эксплуатации объектов.

- по техногенным воздействиям – I категории. Воздействия незначительные и могут не учитываться при инженерно-геологических изысканиях и проектировании [16].

Согласно СП 493.1325800.2020 (Приложение А) категория сложности инженерно-геокриологических условий III так как:

- по геоморфологическим условиям - участок работ относится к II категории сложности, так как наблюдаются несколько геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность слабонаклонная.

- по геологическим условиям в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой – III категории сложности.

- по геокриологической характеристике грунтового массива в зоне взаимодействия сооружений с геологической средой (в том числе распространение и условия залегания многолетнемерзлых грунтов) – III категории сложности. ММГ не сплошного (редкоостровного, прерывистого) распространения с различной глубиной залегания кровли (температура грунтов от 2 °С до -2 °С).

- по гидрогеологическим условиям в зоне взаимодействия сооружений с геологической средой – I категории сложности.

- по геокриологическим и другим геологическим и инженерно-геологическим процессам, отрицательно влияющим на условия строительства и эксплуатации сооружений – II категории сложности.

- по техногенным воздействиям – II категории сложности [15].

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

Прогноз изменения инженерно-геокриологических условий и неблагоприятные экзогенные и криогенные процессы и явления, возникающие в ходе промышленного освоения территории:

Вся территория изысканий в процессе освоения подвергалась и подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Здесь широко развито промышленное и гражданское строительство. Это производственные и жилые помещения, сеть постоянных и временных автодорог, трубопроводы, линии электропередач и др. объекты.

Непосредственному воздействию при строительстве подвергаются почвенный и растительный покровы, микрорельеф, верхний слой рыхлых отложений, что влечет за собой нарушение гидрологического и гидрогеологического режимов, а также изменение условий теплообмена с атмосферой в приземном слое.

Интенсивное строительство на территории месторождения приводит к тому, что температура многолетнемерзлых грунтов с глубиной повышается, увеличивается глубина сезонного протаивания грунтов. Все эти факторы в совокупности приводят к деградации существующих участков многолетнемерзлых пород.

В связи с отсутствием сильнольдистых поверхностных отложений и неглубоким залеганием коренных пород, в основном морозных, термокарстовые процессы не прогнозируются.

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 рассматриваемом участке планируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства двухцепной воздушной линии электропередач ВЛ 3-6кВ. Согласно п.4.4 СП 22.13330.2016 при проектировании сооружений должны быть предусмотрены решения, обеспечивающие надежность, долговечность и экономичность сооружений на всех стадиях строительства и эксплуатации сооружений [8].

Таблица 3.1 - Техническая характеристика проектируемого сооружения

Проектируемое сооружение	Протяженность участка трассы	Тип фундамента	Уровень ответственности
1	2	3	4
Воздушная линия электропередач ВЛ3-6кВ.	600 м	Свайный фундамент с глубиной погружения свай 7,0 м	II

На территории участка планируется применять I принцип использования многолетнемерзлых пород в качестве оснований. Согласно п. 6.1.2 СП 25.13330-2012 принцип I следует применять, если грунты основания можно сохранить в мерзлом состоянии при экономически целесообразных затратах на мероприятия обеспечивающие сохранение такого состояния. На участках с твердомерзлыми грунтами, а также при повышенной сейсмичности района следует принимать использование многолетнемерзлых грунтов по принципу I [17].

Под сферой взаимодействия 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.

Согласно технической характеристике глубина заложения свай 7 метров, следовательно, сваи будут опираться на скальные выветрелые грунты, щебенистые грунты, щебенистые мерзлые грунты и суглинистые грунты.

По типу установки планируются сваи стойки опирающиеся в скальные выветрелые грунты. В многолетнемерзлых грунтах которые находятся в твердомерзлом состоянии деформаций не происходит, соответственно расчеты производятся по несущей способности.

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Исходя из расчетной схемы, запланированы следующие виды работ:

1. Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет;
2. Рекогносцировочное обследование;
3. Топографо-геодезические работы;
4. Буровые работы;
5. Опробование;
6. Горнопроходческие работы;
7. Определение плотности методом замещения объема;
8. Термометрические наблюдения;
9. Лабораторные исследования грунтов;
10. Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета.

3.2.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет

Производится сбор и обработка материалов о климате, гидрографической сети района исследований, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических, инженерно-геологических и криогенных процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории, включая сведения о характере составе и свойствах грунтов слоёв сезонного промерзания и оттаивания, криогенных процессах и образованиях, условиях залегания, обильности и химическом составе подземных вод, об изменениях условий под влиянием естественных и техногенных факторов, опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

3.2.2 Рекогносцировочное обследование

В процессе работ необходимо производить видео- и фото съемку, зарисовку особенно сложных мест с указанием размеров расстояний. В обязательном порядке производится фиксация координат точек наблюдений.

В случае проявлений опасных геологических процессов на площадке и трассах (участках работ) выполняется их описание в соответствии с требованиями СП 11-105-97 часть II [11]. В обязательном порядке фиксируется площадь и интенсивность развития (активность), а так же составляется схема развития процесса с привязкой на местности. Ориентировочная протяжённость маршрутов в сумме составит около 1 км.

3.2.3 Топографо-геодезические работы

Привязку горных выработок и создание топографического плана, масштабом 1:2000 выполнить с помощью системы GPS, согласно СП 317.1325800-2017 [18]. Схема расположений скважин в обязательном порядке должна быть согласована с заказчиком.

В процессе работ необходимо будет выполнить планово-высотную привязку 5 скважин и одного шурфа.

3.2.4 Буровые работы

Бурение скважин – будет проведено колонковым механическим способом для изучения геолого-литологического строения основания фундамента.

Определяем расстояние между горными выработками. В пределах рассматриваемого участка встречены многолетнемерзлые грунты согласно СП 493.1325800-2020 таблица 6.2.3 расстояние по оси трассы ВЛ (менее 35 кВ) – 100-200 м в местах заложения угловых опор, а на участках переходов через водотоки, транспортные и инженерные коммуникации – не менее 2-х скважин с расстоянием не более 100 м [15]. Из этого следует что расстояние между скважинами ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3 составит 200 м так как на данном участке более простые инженерно-геологические условия, а расстояние между скважинами ВЛ-3, ВЛ-4, ВЛ-5 составит 100 м так как в данном месте трасса ВЛ пересекает временный водоток. Поэтому достаточно 5 горных выработок.

Глубина скважин для свайного фундамента по 446.1325800-2019 Пункт 7.2.18 устанавливается:

- до 8 м для опор на естественном основании (в зависимости от их типа);
- на 2 м ниже наибольшей глубины погружения конца свай – для свайных фундамента промежуточных опор;
- не менее чем на 4 м ниже погружения свай – для свайных угловых опор [10].

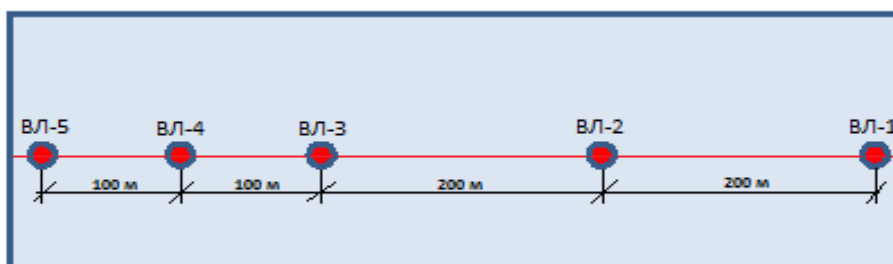
На участке с распространением ММГ согласно СП 493.1325800-2020 таблица 6.2.2. В твердомерзлых грунтах под ленточные и отдельные опоры (по 1 принципу) – 7-10 м от подошвы фундамента.

В пластичномерзлых грунтах под ленточные и отдельные опоры (по 1 принципу) – на 3-5 м более суммы предполагаемой глубины фундамента и глубины механического и теплового взаимодействия, но не менее 12-15 м [15].

Из этого следует, что если принятая глубина заложения нижних концов свай составляет 7,0 метров, глубина скважин ВЛ-1, ВЛ-5 будет запроектирована 11,0 метров, так как эти скважины под угловые опоры и на данном участке нет многолетнемерзлых грун-

тов, скважины ВЛ-3, ВЛ-4 по 14,0 метров так как на данном участке распространены пластичномерзлые и твердомерзлые грунты, а глубина скважины ВЛ-2 будет равной 9,0 метрам эта скважина расположена под промежуточную опору и нет многолетнемерзлых грунтов.

2. Схематично можно представить так:



● - Проектируемые скважины.

Рисунок 3.1 Схема проектируемых скважин.

Скважины следует пройти колонковым способом с максимальным диаметром 219 мм (СП 446.1325800-2019, приложение В) [10] всухую с описанием керна и отбором проб грунта. Бурение осуществить колонковым способом самоходной буровой установкой УРБ-2А-2 на базе автомобиля «Урал». Максимальная длина рейса не должна превышать 1,0 м для скальных, 0,5 м - для крупнообломочных грунтов и 0,3 м - для глинистых грунтов. Высота монолита должна быть не менее его диаметра.

Скважины на местности закрепить деревянными кольями диаметром 10 – 12 см, высотой 150 – 170 см над поверхностью земли, с заглублением в скважину не менее 1 м.

Надпись производить на затесанной грани красной масляной краской сверху штаги вниз строго в следующей последовательности: «Организация-исполнитель (НАВ), объект, участок, № скв., глубина, дата проходки». Надпись располагается на грани обращенной в сторону центра площадки.

Все горные выработки после окончания работ нужно ликвидировать.

3.2.5 Проходка шурфов

В данном проекте предусмотрено прохождение 1 шурфа горным способом без крепления стенок. Под горным способом проходки шурфов понимается способ, при котором углубка осуществляется вручную. Сечение шурфа 0,9 x 0,9 метра. Глубина шурфа определяется глубиной проведения опытных работ и составляет 1,5 м.

3.2.6 Опробование

Инженерно-геологическое опробование проводят для определения состава, строения, состояния и свойств грунтов.

Согласно требований СП 446.1325800-2019 число проб для каждого ИГЭ должно быть не менее десяти - для физических характеристик и не менее шести - для механических характеристик [10]. Необходимое количество частных определений характеристик грунта приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Необходимое количество частных значений характеристик грунта

№ ИГЭ	Природная влажность	Влажность на границе раскатывания	Влажность на границе текучести	Сопротивление одноосному сжатию	Гранулометрический состав	Коэффициент выветрелости	Коэффициент истираемости	Размягчаемость	Плотность грунта	Плотность частиц грунта	Модуль деформации	Срез по плоскости смерзания	Льдистость за счет видимых включений льда	Удельное сцепление, угол внутреннего трения	Количество образцов	
															Монолиты	Образцы нарушенной структуры
ИГЭ-16тв	10	10	10	-	10	-	-	-	10	10	6	-	-	6	10	-
ИГЭ-20тв	10	10	10	-	10	10	10	-	10*	10	6	-	-	6	10	-
ИГЭ-77	10	10	10	-	10	10	10	-	-	10	-	-	-	-	-	10
ИГЭ-16м	10	10	10	-	10	-	-	-	10	10	-	6	6	-	10	-
ИГЭ-77м	10	10	10	10	10	10	10	-	10	10	-	6	6	-	10	-
РГЭ-ал105мп	-	-	-	10	-	10	10	10	10	10	-	-	-	-	10	-

Предполагаемый объем опробования составит: монолитов дисперсных грунтов – 30, монолитов крупнообломочного грунта – 10, монолитов скальных грунтов – 10, проб крупнообломочного грунта нарушенного сложения – 10.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$$n = H_{cp} / N * \text{кол-во скв.}$$

где n интервал опробования, м; H_{cp} средняя мощность инженерно-геологического элемента, м; N необходимое количество образцов.

ИГЭ-16тв – суглинки легкие пылеватые с дресвой (дресвы 18%) твердые:

$$H_{cp} = (2,64 + 2,2 + 2,56 + 11) / 4 = 4,6 \text{ м;}$$

$$n = 4,6 / 10 * 4 = 1,84 \text{ м.}$$

ИГЭ-20тв – суглинки легкие пылеватые щебенистые (щебня 39%) твердые:

$$H_{\text{ср}}=(1,5+6,37+7,2)/3= 5,02 \text{ м};$$

$$n=5,02/10*3=1,51 \text{ м.}$$

ИГЭ-77 – щебенистые грунты малопрочные сильновыветрелые (заполнитель суглинок твердый, заполнителя 18%):

$$H_{\text{ср}}=(5,64+6,18)/2= 5,91 \text{ м};$$

$$n=5,91/10*2= 1,18 \text{ м.}$$

ИГЭ-м16 – суглинки легкие пылеватые слабольдистые пластичномерзлые (при оттаивании твердые):

$$H_{\text{ср}}=(3,15+2,17)/2= 2,66 \text{ м};$$

$$n=2,66/10*2= 0,53 \text{ м.}$$

ИГЭ-м77 – щебенистые грунты пониженной прочности сильновыветрелые нельдистые (заполнитель суглинок при оттаивании твердый, заполнителя 20%) твердомерзлые:

$$H_{\text{ср}}=(2,31+2,0)/2= 2,16 \text{ м};$$

$$n=2,16/10*2= 0,43 \text{ м.}$$

РГЭ-ал105мп – алевролиты, песчаники малопрочные плотные среднепористые средневыветрелые размягчаемые сильнотрещиноватые:

$$H_{\text{ср}}= 3,8 \text{ м};$$

$$n=3,8/10*1= 0,38 \text{ м.}$$

Таблица 3.3 – Интервалы опробования ИГЭ

№ ИГЭ и РГЭ	H _{ср} ,м	N	Кол-во скв.	n,м
16тв	4,6	10	4	1,84
20тв	5,02	10	3	1,51
77	5,91	10	2	1,18
м16	2,66	10	2	0,53
м77	2,16	10	2	0,43
ал105мп	3,8	10	1	0,38

3.2.7 Полевые испытания грунтов

3.2.7.1 Определение плотности грунтов методом замещения объема

В связи с тем, что при ранее выполненных изысканиях в разрезе встречены крупнообломочные грунты, для определения плотности грунта будет применяться полевой метод замещения объема (метод лунки), согласно ГОСТ 28514-90 [19].

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

3.2.7.2 Термометрические наблюдения

Согласно ГОСТ 25358-2020, термометрическая скважина это специально оборудованная скважина, предназначенная для измерения температуры грунта гирляндой температурных датчиков.

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

- получение данных о температуре мерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов для использования их в теплотехнических расчетах при проектировании;
- оценки и дальнейшего прогноза устойчивости исследуемого участка;
- назначение глубины заложения и выбора типа фундаментов проектируемых сооружений и определения несущей способности;
- контроля и оценки изменений, происходящих в тепловом режиме грунтов в результате возведения и эксплуатации сооружения или осуществления различных инженерных мероприятий.

Согласно п.4.2, измерения температуры грунтов проводится в заранее подготовленных и выстоянных скважинах специальными нестационарными или портативными термометрическими комплексами, 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 [12].

На данном участке проектом предусмотрено 2 термометрических скважины.

3.2.8 Лабораторные исследования грунтов

Лабораторные работы выполнить с целью определения их состава, состояния, физических, механических, прочностных, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей, определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) состава.

Согласно СП 446.1325800.2019 (приложение Л) [10], виды лабораторных определений физико-механических свойств грунтов при инженерно-геологических изысканиях, необходимо провести следующие лабораторные определения для данных грунтов:

- гранулометрический состав (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-16м, ИГЭ-77м);
- естественная влажность (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-16м, ИГЭ-77м);
- влажность на границе раскатывания (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-16м, ИГЭ-77м);
- влажность на границе текучести (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-16м, ИГЭ-77м);
- плотность грунта (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-16м, ИГЭ-77м, РГЭ-ал105мп);
- плотность частиц грунта (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-16м, ИГЭ-77м, РГЭ-ал105мп);
- льдистость (ИГЭ-16м, ИГЭ-77м);
- сопротивление одноосному сжатию (ИГЭ-77м, РГЭ-ал105мп);
- размягчаемость (РГЭ-ал105мп);
- коэффициент выветрелости (ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-77м, РГЭ-ал105мп);
- коэффициент истираемости (ИГЭ-20тв, ИГЭ-77, ИГЭ-77м, РГЭ-ал105мп);
- модуль деформации (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв);
- срез по плоскости смерзания (ИГЭ-16м, ИГЭ-77м);
- удельное сцепление, угол внутреннего трения (ИГЭ-16тв, ИГЭ-20тв).

3.2.9 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета

Данные работы включают в себя камеральную обработку полевых материалов, статистическую обработку результатов лабораторных исследований и составление технического отчета, следуя действующим нормативным документам регламентирующим данный вид работ.

Технический отчет по выполненным инженерно-геологическим изысканиям содержит текстовую часть, текстовые и графические приложения.

Текстовая часть состоит из следующих глав: введение; изученность инженерно-геологических условий; физико-географические и техногенные условия; геологическое строение и свойства грунтов; гидрогеологические условия; специфические грунты; колонки или описания горных выработок; геологические и инженерно-геологические процессы; заключение, список использованных материалов.

Графические приложения: карта фактического материала; продольные профили;

инженерно-геологические разрезы; при составлении графической части технического отчета следует применять условные обозначения в соответствии с ГОСТ 21-302-2013 [20].

Текстовые приложения к техническому отчету содержат: задание; программу работ; сертификаты, свидетельства и допуски; ведомость координат и высот геологических выработок; сводную ведомость лабораторных анализов грунтов; таблицы основных нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств; паспорта физико-механических характеристик грунтов.

Виды и объемы работ представлены в таблице 3.4.

Таблица – 3.4 Виды и объемы работ

№ п.п	Наименование видов работ	Ед. измерения	Объем работ	Примечание
Полевые работы				
1	Рекогносцировка	км	1	СП.47.13330.2016
2	Топо-геодезическая съемка	точка	6	СП 317.1325800-2017
3	Механическое колонковое бурение скважин диаметром до 132 мм в грунтах	п.м.	59	РСН 74-88
4	Проходка шурфов горным способом 0,9 x 0,9 м гл. 1,5 м	шт.	1	
5	Термометрические наблюдения	скв.	2	ГОСТ 25358-2020
6	Отбор образцов грунта ненарушенной структуры (в том числе скальные)	монолит	50	ГОСТ 12071-2014
7	Отбор образцов нарушенного сложения	мешки	10	
8	Определение плотности методом лунки	опр.	2	ГОСТ 28514-90
Лабораторные работы				
9	Определение влажности	опр.	50	ГОСТ 5180-2015
10	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	50	
11	Определение влажности на границе текучести	опр.	50	
12	Сопротивление одноосному сжатию	опр.	10	ГОСТ 21153.2-84
13	Изготовление кубика размером 5x5x5см со шлифовкой граней	образец	10	
14	Одноосное сжатие мерзлых грунтов	опр.	10	ГОСТ 12248.9-2020
15	Гранулометрический состав	опр.	50	ГОСТ 12536-2014
16	Коэффициент выветрелости	опр.	40	
17	Коэффициент истираемости	опр.	40	ДальНИИС; ГОСТ 25100-2020
18	Коэффициент размягчаемости в воде	опр.	10	ГОСТ 25100-2020
19	Плотность грунта	опр.	50	ГОСТ 5180-2015

20	Плотность частиц грунта	опр.	60	
21	Модуль деформации	опр.	12	ГОСТ 12248.4-2020
22	Срез по плоскости смерзания	опр.	12	ГОСТ 12248.8-2020
23	Льдистость	опр.	12	ГОСТ 25100-2020
24	Удельное сцепление, угол внутреннего трения	опр.	12	ГОСТ 12248.1-2020
Камеральные работы				
25	Составление технического отчета		1	ГОСТ 21.301-2014

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет

Для составления программы работ производится сбор и обработка фондовых материалов ранее выполненных инженерно-геологических работ, а также производится изучение различных карт исследуемого района. С целью получения данных достаточных для проектирования сооружений.

3.3.2 Рекогносцировочное обследование

В процессе рекогносцировочного обследования территории осуществляется:

- осмотр места изыскательских работ;
- уточнение местоположения горных выработок;
- визуальная оценка рельефа;
- описание водопроявлений;
- описание геоботанических индикаторов гидрогеологических условий;
- описание внешних проявлений геологических, инженерно-геологических процессов с оценкой их интенсивности, площади развития;
- описание всех видов техногенных нарушений естественных ландшафтов и их влияния на геологические условия (глубину сезонного оттаивания и промерзания, активацию процессов, последствий их активации и др.);
- выявление зданий, сооружений и инженерных коммуникаций с признаками деформаций, установление причин деформаций, активизации процессов.

Особое внимание будет уделяться местам сочленения геоморфологических элементов и участкам развития неблагоприятных для строительства и эксплуатации геологических и инженерно-геологических процессов и явлений.

3.3.3 Топогеодезические работы

Топографическая съемка масштаба 1:2000 приведена на площади 43200 м².

Планово-высотная сеть создана с использованием 2-х частотных высокочастотных спутниковых геодезических приемников «Торсон GT-5» с обеспечением точности съемочного обследования топографической съемки масштаба 1:2000 [18].



Рисунок 3.2 – Спутниковый приемник Торсон GT-5 [78].

Планово-высотное съемочное обоснование создавалось в Балтийской системе высот 1977 г. полевые измерения обработаны программным комплексом «ТОРCONTOOLS», топографические планы составлены в программе ГИС – AutoCAD 2013.

Получены результаты:

- топографический план масштаба 1:2000 с сечением рельефа через 0,5 м, на площади 43200 м².

Топографо-геодезические работы выполнены в соответствии с «Инструкцией по топографической съемке в масштабах 1:5000-1:500», техническим заданием заказчика [18].

3.3.4 Буровые работы

3.3.4.1 Геолого-технические условия бурения

Согласно РСН 74-88 (п.1.1) [21] буровые и горнопроходческие работы следует выполнять в соответствии с требованиями СП 47.13330-2016 [16], с учетом требований, изложенных СП 446.1325800 [10], СП 493.1325800 [15], РСН 31-83 [22], 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 требо-

ваниям технологии отбора образцов грунта ненарушенной(монолитов) и возможности проведения комплекса работ в горной выработке, предусмотренных программой изысканий.

На изыскиваемой территории бурение скважин будет проводиться под воздушную линию электропередач – глубиной от 9 метров до 14 метров. Для построения инженерно-геологического разреза данного участка планируется пробурить 5 скважин.

В процессе буровых работ должна быть выполнена сплошная документация скважин с отбором образцов нарушенного и ненарушенного сложения для лабораторных исследований.

Данный инженерно-геологический разрез представлен породами II – категории (ИГС 2), III – категории (ИГЭ 16тв), IV – категории (ИГЭ 16м, ИГЭ 20тв ИГЭ 77), V – категории (ИГЭ 77м, РГЭ ал105мп).

3.3.4.2 Выбор способа бурения

Согласно РСН 74-88 (п. 4.2) при изысканиях под сооружения I-II классов должны применяться наиболее информативные способы бурения. Для проходки разведочных и технических инженерно-геологических скважин следует применять способ бурения, дающий образцы грунта в виде столбика (керна, монолита). Наиболее нормативным 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 [21].

Для проектируемых работ выбран способ бурения – колонковый «всухую», диаметром 132 мм ,без обсадки.

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 [21].

На рассматриваемом участке работ выбор конструкции скважины определяется, согласно справочнику Ребрика М.Б. К данному разрезу подходит тип II а конструкции скважин, так как грунты устойчивые [26].

3.3.4.3 Выбор буровой установки

Проектом предусмотрено бурение разведочных скважин произвести самоходной буровой установкой УРБ 2А-2 (Рисунок 3.3) и его схема (Рисунок 3.4) [79].



Рисунок 3.3 – Самоходная буровая установка УРБ-2А-2

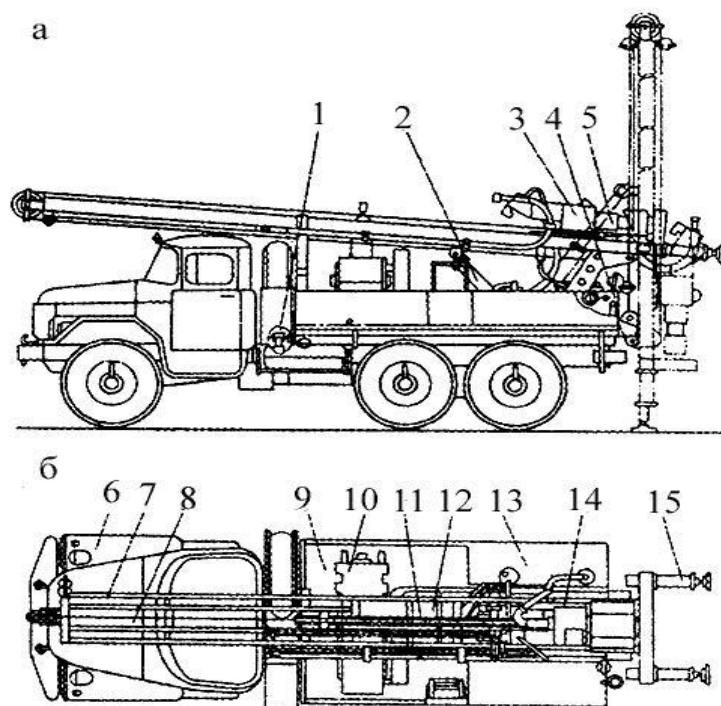


Рисунок 3.4 – Схема буровой установки УРБ-2А-2: а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – коробка отбора мощности; 2 – цилиндр подъема мачты; 3 – вращатель; 4 – пульт управления; 5 – элеватор для труб и патрон для шнеков; 6 – автомобиль; 7 – мачта; 8 – талевая система; 9 – рама; 10 – установки бурового насоса и компрессора; 11 – гидродомкрат подачи; 12 – раздаточная коробка; 13 – обвязка гидросистемы; 14 – каретка; 15 – опорный домкрат.

Таблица 3.5 – Техническая характеристика буровой установки УРБ-2А-2

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

3.3.4.4 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 бурения являются коронки. При данном способе проходки и марки буровой установки рекомендуется выбрать твердосплавные коронки по ГОСТ 11108-70 [23].

Согласно ГОСТ 3882-74, выбрана марка коронки СМ-6 режущий торец которой армируется твердосплавными резцами из сплава ВК6. Данные коронки снабжены основны-

ми, наружными и подрезными резцами, перекрывающими всю площадь забоя, и выступающими ступенчатый забой – для увеличения механической скорости бурения [24].



Рисунок 3.5 – Буровая коронка с твердосплавными сменными резцами для колонкового бурения СМ-6 [80].

3.3.4.5 Технология бурения скважин

Бурение скважин будет производиться буровой установкой УРБ 2А-2 на шасси Урал, колонковым способом.

Колонковый способ бурения скважин применим в любых горных породах и практически на любую глубину, требующуюся для решения инженерно-геологических задач. По существу, он является единственным при бурении в скальных и полускальных породах. В песчаных и глинистых породах, устойчивых в стенках скважин, и в таких же породах, но мёрзлых колонковым способом рекомендуется бурить скважины небольшой глубины (до 30 м.) диаметром до 151 мм, без промывки («всухую»). Менее эффективен этот способ бурения в глинистых породах неустойчивой консистенции и в обводнённых песчано-галечных. Обычно оно ведётся укороченными рейсами (длина рейса не превышает 0,8-1,5 м). Параметры режима бурения устанавливают следующие: частота вращения инструмента 80-150 об/мин, осевая нагрузка на забой 3-6 кН. Заклинивание керна проводят затиркой, для чего необходимо последние 0,05-0,1 м рейса пройти с повышенной осевой нагрузкой на забой.

Бурение «всухую» целесообразно использовать только при проходке обводнённых грунтов I-III категории по буримости. Механическая скорость колонкового бурения «всухую» в зависимости от грунтов колеблется от 0,05 до 0,5 м/мин, производительность обычно не превышает 20 м/смену. Для получения качественного керна величину рейса следует устанавливать в пределах 0,5-0,7 м. В слабых грунтах бурить рекомендуется обу-

ривающими грунтоносами. При бурении плотных слабообводнённых глинистых грунтов допускается подливать в скважину небольшое количество воды.

При бурении твердомерзлых грунтов с продувкой, диаметр бурильных труб нужно брать таким образом, 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%.

3.3.5 Проходка шурфов

Технологический процесс проходки шурфов горным способом включает следующие операции:

- подготовительные работы;
- отделение породы от массива забоя (отбойку);
- погрузку и подъём разрушенной породы на земную поверхность (уборку);
- крепление;
- ликвидацию шурфа.

К подготовительным работам, предшествующим проходке шурфа, относится расчистка рабочей площадки от валунов, камней и растительного слоя (травяного покрова и кустарников) и установка проходческой рамы.

Размеры рабочей площадки определяются: размерами поперечного сечения шурфа, схемой размещения и размерами отвалов породы, а также рельефом местности, наличием леса и т. д.

Отделение породы от массива забоя шурфа и подъём её на поверхность.

При проходке шурфов горным способом комплекс оборудования и инструмент должны выбираться исходя из минимальной трудоёмкости производственных операций. Углубку шурфов следует производить ручным способом с применением шанцевого инструмента (лопат, кайл, ломов и т. д.).

Подъём породы непосредственным выбрасыванием её на поверхность допускается производить при глубине шурфов не более 2,5-3 м.

Крепление шурфов следует производить в соответствии с паспортом крепления, утверждённым главным инженером организации.

Вид крепления шурфа выбирается исходя из свойств проходимых грунтов, глубины и поперечных размеров шурфа.

После проведения полевых исследований шурф ликвидируется обратной засыпкой грунта.

3.3.6 Опробование

Произвести отбор проб для определения физико-механических свойств грунтов в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014 [25]. Опробуется каждая литологическая разность. Крупнообломочные и скальные грунты отбираются – из керна, выбуренного при пониженном давлении снаряда на забой, пробы дисперсных грунтов отбираются грунтоносом обуревающего типа ГО-1Н.

Пробы нарушенной структуры должны содержать бюкс для определения влажности.

Каждая проба должна быть оснащена этикеткой соответствующего образца. Все пробы следует упаковывать в пронумерованные (нумерация сквозная) картонные коробки с указанием информации о находящихся в ней образцах (участок или сооружение, количество образцов и т.п.). Перед отправкой упакованных образцов нужно составить опись с указанием номеров ящиков. К отправляемым образцам приложить заказы на лабораторные исследования соответствующего образца согласно ГОСТ Р 58889-2020 [27]. Отбор, упаковка, транспортировка монолитов и образцов нарушенной структуры провести в соответствии с ГОСТ 12071 – 2014 [26].

Описание грунта при проходке скважин выполнить в соответствии с требованиями изложенных в п. 4.3 ГОСТ Р 58325-2018 [61].

3.3.7 Полевые испытания грунтов

3.3.7.1 Определение плотности грунтов методом замещения объема

Данное испытание будет произведено согласно ГОСТ 28514-90 на выровненном участке в шурфе [19].

Плотность грунтов определяют на основе результатов двух параллельно проведенных испытаний. Замещение объема следует проводить в местах, расположенных на расстоянии не более 1 м друг от друга.

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

пывают лунку при помощи специального совка с примерно вертикальными стенками таким образом, чтобы избежать нарушения естественного сложения. Глубина лунки должна обеспечивать минимальный объем пробы зависящий от крупности зерен грунта, в соответствии с п.2.4 ГОСТ 28514-90 [19]. Извлеченный из лунки грунт тщательно собирают и измеряют его массу.

В качестве однородной среды с известной плотностью, которая заменяет испытываемый грунт, применяют свободно сыпучий сухой песок (наполняющий песок), зерновой состав которого 0,2-2 мм.

Полностью наполненный песком пескозагрузочный аппарат взвешивают и (при закрытой задвижке) помещают на лист основания, расположенный над лункой, затем, открыв задвижку, высыпают песок в лунку. Как только визуальное движение песка прекращается, закрывают задвижку и, сняв аппарат, измеряют его массу.

Значение плотности испытываемого грунта определяют в граммах на кубический сантиметр с округлением до 0,01 г/см по формуле:

$$\rho = \frac{m}{m_5} * \bar{\rho}_0,$$

где m – масса испытываемого грунта, удаленного из лунки, г;

m_5 – масса песка, наполняющего лунку, г;

$\bar{\rho}_0$ - средняя плотность наполняющего песка.



Рисунок 3.6 Пескозагрузочный аппарат [81].

3.3.7.2 Термометрические наблюдения

Согласно (приложению НЗ) СП 446.1325800.2019 [10] Локальный мониторинг компонентов геологической среды выполняют в составе специальных изысканий - локального мониторинга компонентов окружающей среды.

Локальный мониторинг компонентов геологической среды выполняют, как правило, в сложных инженерно-геологических условиях для сооружений повышенного и нормального уровней ответственности. На данном участке необходимо выполнить локальный мониторинг для изучения:

- динамики развития криогенных процессов;
- возможных изменений глубин сезонного промерзания и оттаивания грунтов;
- возможных изменений состояния грунтов основания фундаментов сооружений.

Согласно ГОСТ 25358.2020 [12] для измерения температуры грунтов следует использовать инженерно-геологические скважины диаметром не более 160 мм.

Использовать для измерения температуры грунтов скважины, заполненные водой, рассолом или другой жидкостью, не допускается.

Скважина в пределах протаивающего слоя грунта должна быть защищена обсадной трубой-кондуктором, заглубленным в многолетнемерзлый грунт не менее чем на 0,5 м. Без обсадки разрешается использовать только сухие скважины с устойчивыми стенками.

Выступающая на поверхность часть кондуктора или защитной трубы должна быть теплоизолирована. Входное отверстие скважины (трубы) после бурения и в промежутках между наблюдениями должно плотно закрываться пробкой, предупреждающей возможность попадания в скважину атмосферных осадков и образования в ней конденсата. Конструкция скважины изображена на рисунке 3.8.

Измерение температуры грунтов в свежепробуренных скважинах следует выполнять после проведения опытной оценки времени «выстойки» стабилизации температуры. Для этого:

- на участке оборудуют опытную скважину на планируемую глубину измерения температуры, но не менее 10 м.

- по окончании бурения и обустройства скважины проводят измерения температуры грунтов в следующие сроки: в течение первых 3 суток – через каждые 12 ч; далее – через 1 сутки (до того момента, когда за трехсуточный период изменение температуры на одних и тех же глубинах составит $\pm 0,1$ °С).

Для инженерно-геокриологических исследований глубины измерения температуры в скважинах следует принимать: в пределах первых 5 м – кратными 0,5 м; затем до глубины 10 м – кратными 1 м, свыше 10 м – кратными 2 м, а также на забое скважины.

Проведение измерений необходимо проводить в следующем порядке:

- проверяют рабочую глубину скважины на наличие в ней воды или снежной шубы;
- в скважину опускают гирлянду на заданную глубину и закрепляют во входном отверстии скважины пробкой и оставляют на период выстойки;
- после установки гирлянды в скважину в полевом журнале, записывают номер скважины, дату ее проходки и обустройства, номер гирлянды, дату и время ее установки, температуру наружного воздуха;
- после истечения времени выстойки гирлянды в скважине проводят измерения и регистрацию температуры грунта;
- по окончании измерений переносную гирлянду извлекают из скважины, скважину закрывают крышкой.

После окончания измерения температуры грунтов скважины, пройденные в процессе термометрических работ и не переданные заказчику для продолжения стационарных наблюдений, следует ликвидировать обратной засыпкой грунтом и закрепить с соответствующей маркировкой, а также очистить площадку от мусора и восстановить почвенно-растительный слой в местах, где он был нарушен в результате проведения работ по измерению температуры.

Для проведения инженерно-геокриологических исследований участка будет использована измерительная аппаратура (гирлянда с датчиками ТК-15/11, прибор для определения температуры грунтов ЭТЦ-0,1/10), с точностью не менее 0,1 °С.



Рисунок 3.7 Прибор для измерения и отображения температуры грунтов, ЭТЦ-0,1/10 термомока с датчиками ТК-15/11 [82].

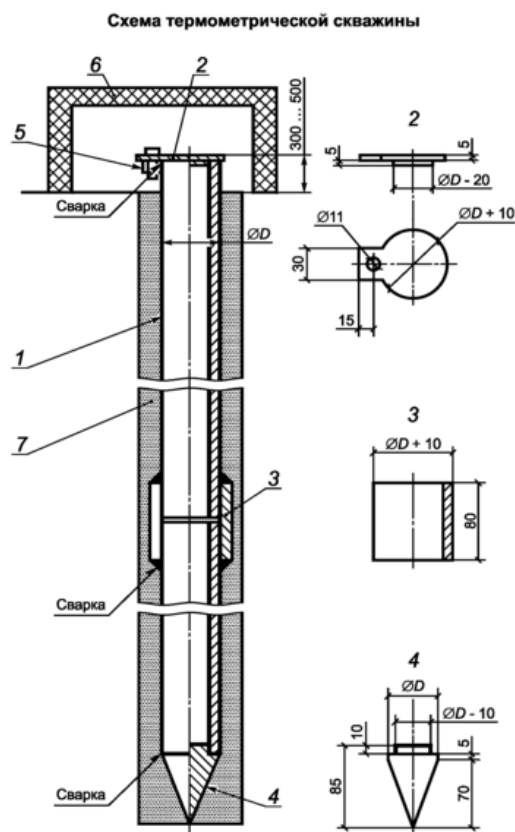


Рисунок 3.8 Схема термометрической скважины: 1 – обсадная труба, 2 – защитная крышка, 3 – обойма, 4 – наконечник, 5 – приваренная к трубе гайка М10, 6 – теплоизолированный короб, 7 – грунт обратной засыпки [12].

В связи развития технологий для осуществления удаленного мониторинга температуры многолетнемерзлых грунтов также используется радиологгер.

Логгер цифровых датчиков ЛЦД-1/100-РМ предназначен для автономного считывания и сохранения результатов измерения температуры с датчиков температуры многозонных цифровых термокос в энергозависимой памяти с заданной периодичностью и с последующей передачей данных на персональный компьютер посредством радиоканала и USB модема.

Оборудованная скважина с радиологгером изображена на рисунке 3.9, в комплект входит:

- оголовок термометрической скважины ОТС 0922-XX который предназначен для защиты скважины от попадания атмосферных осадков;
- элемент крепления ЭК 0922-XX предназначенный для установки термокосы МЦДТ 0922 и логгера ЛЦД-1/100 на заданную глубину в термометрической скважине;

- термодатчик МЦД 0922 предназначена для измерений распределения температуры по глубине в термометрической скважине;
- логгер ЛЦД-1/100 предназначенный для сбора данных о температуре с термодатчиков в автономном режиме с заданной временной периодичностью и последующей обработки на компьютере.

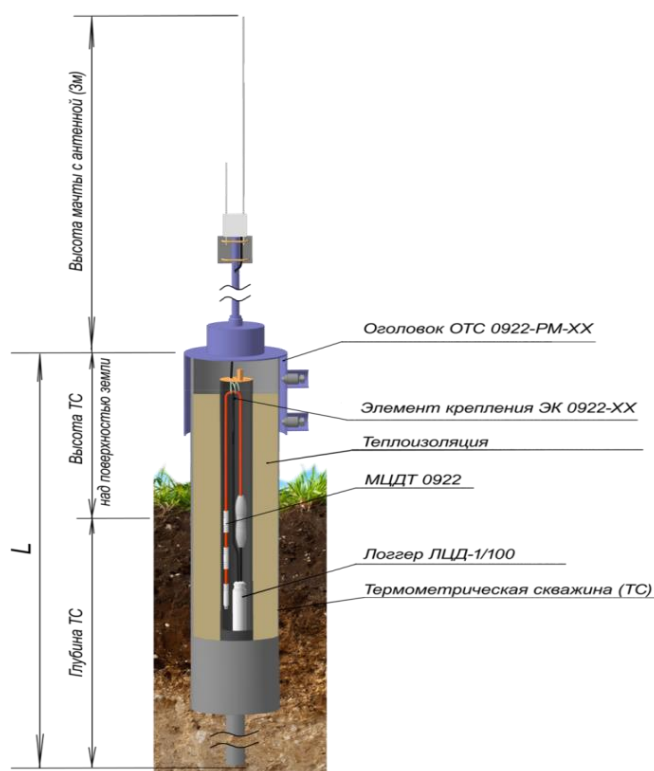


Рисунок 3.9 Вариант обустройства термометрической скважины с радиологгером ЛЦД-1/100-РМ [88].

3.3.8 Лабораторные исследования грунтов

Лабораторные работы должны быть выполнены согласно ГОСТ 5180-2015 [28], ГОСТ 21153.2-84 [29], ГОСТ 12536-2014 [30], ГОСТ 12248.1-2020 [31], ГОСТ 12248.4-2020 [32], ГОСТ 12248.8-2020 [33], ГОСТ 12248.9-2020 [34], ДальНИИС [35], ГОСТ 25100-2020 [6].

Влажность грунта определяется методом высушивания до постоянной массы, согласно ГОСТ 5180-2015 п. 5 [28]. Под весовой влажностью понимают отношение массы содержащейся в грунте воды к массе грунта, высушенного до постоянной массы. В заранее взвешенный стеклянный или алюминиевый стаканчик с открытой крышкой помещают около 15-20 грамм грунта, взвешивают и ставят в сушильный шкаф, в котором высуши-

вают образец до постоянной массы при температурах: для глинистых и песчаных грунтов 105 ± 2 °С; для загипсованных – 80 ± 2 °С.

Продолжительность начального высушивания для глинистых грунтов составляет 5 ч, а для песчаных – 3 ч. Последующую сушку глинистых грунтов ведут в течение 2 ч, а песчаных – 1 ч. Загипсованные грунты высушивают сначала в течение 8 ч, а затем в течение 2 ч. Разность между двумя взвешиваниями не должна превышать 0,02 г.

Стаканчик (бюкс) с высушенным грунтом охлаждают до температуры помещения и взвешивают. Для каждого образца производят два параллельных определения, расхождение между которыми не должно превышать 2% при влажности до 50% и 4% при влажности от 50 до 100%. Данные анализа заносят в журнал.

Определение влажности на границе текучести произвести согласно ГОСТ 5180-2015 п.7 [28].

Граница текучести (верхний предел пластичности) определяется при помощи балансирующего конуса (массой 75 г), стаканчика и подставки образец объемом приблизительно 100 см^3 растирают в фарфоровой чашке при естественной влажности, пропускают через сито с отверстиями 1 мм, предварительно отобрав растительные остатки, и увлажняют до состояния мягкопластичной грунтовой массы. Фарфоровую чашку с грунтовой массой помещают в закрытый стеклянный сосуд и выдерживают не менее 2 ч. После этого грунтовую массу перемешивают и наполняют ею стаканчик прибора. Поверхность тщательно сглаживают шпателем вровень с краями стаканчика. Стаканчик помещают на подставку и к поверхности грунта подносят острие балансирующего конуса. Медленно разжимая пальцы, позволяют конусу свободно погружаться в грунтовую массу под действием собственного веса. Погружение конуса в грунтовую массу на глубину 10 мм (до метки) в течение 5 с указывает на достижение искомой границы текучести. В том случае, когда глубина погружения конуса не достигла 10 мм, необходимо доувлажнять грунт. С этой целью грунтовую массу вынимают из стаканчика, добавляют воду, перемещают и повторяют испытание. Погружение конуса на глубину более 10 мм показывает, что влажность грунта превышает искомую и грунт следует подсушить. Для каждого образца производят два параллельных определения. По достижении требуемых условий погружения конуса из стаканчика отбирают пробу для определения влажности по способу, изложенному выше.



Рисунок 3.10 Балансирный конус Васильева [83].

Определение влажности на границе раскатывания произвести согласно ГОСТ 5180-2015 п.8 [28].

Подготовку грунта производят в соответствии с п. 7.3 ГОСТ 5180-2015 [28] или используют часть грунта (40-50 г), подготовленного для определения текучести.

Подготовленную грунтовую пасту тщательно перемешивают, берут небольшой кусочек и раскатывают ладонью на стеклянной или пластмассовой пластинке до образования жгута диаметром около 3 мм. Также допускается раскатывание жгута пальцами одной руки по ладони другой. Если при этой толщине жгут сохраняет связность и пластичность, его собирают в комок и вновь раскатывают до образования жгута диаметром около 3 мм. Раскатывать следует, слегка нажимая на жгут, длина жгута не должна превышать ширины ладони. Раскатывание продолжают до тех пор, пока жгут не начинает распадаться по поперечным трещинам на кусочки длиной 3-10 мм.

Кусочки распадающегося жгута собирают в бюксы, накрываемые крышками. Когда масса грунта в стаканчиках достигнет 10-15 г, определяют влажность.

Определение плотности грунтов проводить методами: режущего кольца (дисперсные грунты), взвешивания в воде (скальные грунты) взвешивания в нейтральной жидкости (мерзлые грунты).

Определение плотности грунта методом режущего кольца выполнить согласно п.9 ГОСТ 5180-2015 [28]. Для этого выбирают режущее кольцо нужного размера, затем верхнюю зачищенную плоскость образца выравнивают ножом и устанавливают на ней режущий край кольца и слегка вдавливают кольцо в грунт, фиксируя границы образца для испытаний. Далее грунт снаружи кольца обрезают на глубину 5-10 мм ниже режущей грани кольца, формируя столбик диаметром на 1-2 мм больше наружного диаметра кольца. Периодически, по мере срезания грунта, легким нажимом насаживают кольцо на столбик грунта. После заполнения кольца грунт подрезают на 8-10 мм ниже режущего края кольца

и отделяют его. Грунт, выступающий за края кольца, срезают ножом, зачищают поверхность грунта вровень с краями кольца и закрывают торцы пластинками и взвешивают.



Рисунок 3.11 Кольца режущие ПГ-400 (комплект) предназначены для отбора проб грунта при определении плотности не мерзлых пылевато-глинистых грунтов [84].

Определение плотности грунта методом взвешивания в воде п. 10 ГОСТ 5180-2015 [28].

Вырезают образец грунта объемом не менее 50 см^3 и придают ему округлую форму, срезая острые выступающие части. После чего образец обвязывают нитью, со свободным концом длиной 15-20 см, имеющим петлю для подвешивания к серьге весов, взвешивают его и парафинируют. Охлажденный парафинированный образец снова взвешивают. Затем парафинированный образец взвешивают в сосуде с водой. Для этого над чашей весов устанавливают подставку для сосуда с водой так, чтобы исключить ее касание к чаше весов. К серьге коромысла подвешивают образец и опускают в сосуд с водой, чтобы он полностью погрузился в воду, не касаясь стенок и дна сосуда.

Взвешенный образец вынимают из воды, промокают фильтровальной бумагой и взвешивают для проверки герметичности оболочки. Если масса образца увеличилась по сравнению с первоначальной более чем на 0,02 г, образец следует забраковать и повторить испытание.

Определение плотности мерзлого методом взвешивания в нейтральной жидкости (керосин, лигроин) п. 11 ГОСТ 5180-2015 [28].

Образец грунта и нейтральная жидкость должны иметь отрицательную температуру.

Образец грунта отбирают округлой формы массой 100-150 г и обвязывают нитью. Определяют плотность нейтральной жидкости ареометром при температуре испытания.

Обвязанный нитью образец взвешивают.

Затем образец взвешивают погрузив его в нейтральную жидкость. Взвешивание производят аналогично методу взвешивания в воде.

Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом п. 13 ГОСТ 5180-2015 [28].

Для проведения опыта берется образец грунта в воздушно-сухом состоянии его размельчают в фарфоровой ступке, отбирают методом квартования среднюю пробу массой 100-200 г и просеивают сквозь сито с сеткой 2 мм, остаток на сите растирают в ступке и просеивают через то же сито. Из перемешанной средней пробы берут навеску грунта из расчета 15 г на каждые 100 мл емкости пикнометра и высушивают до постоянной массы.

Проведение испытаний. Пикнометр, наполненный на 1/3 дистиллированной водой, взвешивают, а после всыпают в него высушенную пробу грунта и снова взвешивают. Затем пикнометр с водой и грунтом взбалтывают и ставят кипятить на песчаную баню. Продолжительность кипения должна составлять: для песков и супесей – 30 мин, для суглинков и глин – 1 час. После кипячения пикнометр следует охладить и долить дистиллированной водой до мерной риски на горлышке, а если пикнометр с капилляром в пробке – до шейки пикнометра. Пикнометр охлаждают до комнатной температуры в ванне с водой. Температуру пикнометра определяют по температуре воды в ванне, измеряемой с точностью до 0,5°С термометром, расположенным в средней части ванны между пикнометрами. После охлаждения пикнометра следует поправить положение мениска воды в нем, добавляя из капельницы дистиллированную воду. В пикнометре с мерной риской низ мениска должен совпадать с ней. Возможные капли воды выше риски удаляют фильтровальной бумагой. Пикнометр с капилляром доливают примерно до середины шейки пикнометра, закрывают пробку и удаляют выступившую из капилляра воду фильтровальной бумагой. Проверяют отсутствие пузырьков воздуха под пробкой и при их наличии вновь доливают воду. Пикнометр вытирают снаружи и взвешивают.

Далее выливают содержимое пикнометра, ополаскивают его, наливают дистиллированную воду и выдерживают в ванне с водой при той же температуре. Затем выполняют операции, те же что и с грунтом с водой, и взвешивают пикнометр с водой [28].

Определение предела прочности на одноосное сжатие (ГОСТ 21153.3-85) [29].

Для испытания изготавливают образцы выбуриванием или выпиливанием на камнерезной машине из штуфов и кернов, чтобы получились цилиндрические или призматические образцы с квадратным поперечным сечением и их торцевые поверхности шлифуют на шлифовальном станке. Размеры должны быть 42 ± 2 мм для образцов прямоугольного

параллелепипеда, и для цилиндрических образцов отношением высоты к диаметру равным $2,0 \pm 0,5$.

Измерения проводят штангенциркулем с погрешностью $\pm 0,1$ мм. Диаметр измеряют в трех местах (в середине и у торцов) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Допускается разность диаметров по всем измерениям не более 0,5 мм. За расчетный диаметр принимают среднее арифметическое результатов всех измерений.

Далее берется готовый образец и размещают его в испытательную машину между стальными плитами, либо в установочном устройстве (в зависимости от прибора), совмещающая ось образца с центром нижней опорной плиты испытательной машины, нагружают равномерно до разрушения со скоростью 1-5 МПа/с.

После чего записывают максимальную величину разрушающей образец силы P в килоньютонах, зафиксированную силоизмерителем испытательной машины, с указанием отношения $m = h/d$ для образца [29].



Рисунок – 3.12 Испытательный комплекс АСИС Про с комплектом оборудования для испытания образцов методом одноосного сжатия предназначен для исследований прочностных, и деформационных характеристик скальных грунтов [85].

Коэффициент размягчаемости скального грунта в воде рассчитывается согласно ГОСТ 25100-2020 (таблица А 1, п. 17).

Коэффициент размягчаемости скального грунта в воде K_{sof} .

$$K_{sof} = \frac{R_c}{R_{c,2c}}$$

где R_c – предел прочности на одноосное сжатие.

$R_{с,2с}$ – предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии [6].

Определение предела прочности на одноосное сжатие мерзлых грунтов (ГОСТ 12248.9-2020)

Для испытаний используют образцы мерзлого грунта ненарушенного сложения с природной влажностью и льдистостью. Толщина прослоек льда в образце должна быть не более 2 мм, а льдистость $i_i \leq 0,4$. Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и отношение диаметра и высоты, равным 1/2-1/2,3. Образец изготавливают методом режущего кольца.

Образец извлекают из кольца, помещают между нижним и верхним штампами и проводят следующие операции: закрепляют паровлагонепроницаемую оболочку на боковых поверхностях штампов; образец со штампами помещают на нижнюю неподвижную платформу установки и центрируют; закрепляют устройства для измерения поперечных и продольных деформаций образца.

После выдерживания образца грунта в установке проводят предварительное обжатие образца давлением, равным напряжению от собственного веса грунта на глубине отбора образца (но не более половины условно-мгновенного значения предела прочности на одноосное сжатие), в течение 15 с. Затем образец разгружают, записывают показания приборов и фиксируют время начала испытаний [34].



Рисунок – 3.13 Автоматизированный испытательный комплекс АСИС с комплектом оборудования для испытаний образцов мерзлых грунтов методом одноосного сжатия [85].

Определение гранулометрического (зернового) состава ситовым методом, согласно ГОСТ 12536-2014 п. 4.2.

Доводя грунт до воздушно-сухого состояния, растирают комки в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником. Отбирают среднюю пробу методом квартования и взвешивают ее на весах.

Сита монтируют в колонку, размещая их от поддона в порядке увеличения размера отверстий. Отобранную пробу переносят на верхнее сито первого набора, закрывают крышкой и просеивают с помощью легких боковых ударов ладонями рук до полной сортировки грунта. Фракции грунта, задержавшиеся на ситах, высыпают, начиная с верхнего сита, в ступку и дополнительно растирают пестиком с резиновым наконечником, после чего вновь просеивают на этих же ситах.

Фракции грунта, задержавшиеся после просеивания на каждом сите и прошедшие в поддон, необходимо взвесить и суммировать массы всех фракций. Если полученная сумма масс всех фракций грунта превышает более чем на 1% массу взятой пробы, то анализ нужно повторить [30].

Коэффициент истираемости крупнообломочных грунтов в полочном барабане определяют в соответствии с методикой ДальНИИС (Приложение 1) [35].

Для этого образец грунта нарушенной структуры промывают водой на сите 2 мм. Остаток на сите подсушивают до воздушно-сухого состояния.

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

Пробы засыпают в полочный барабан и после обработки ее в течение 10 минут просеивают через сито 2 мм и определяют массу частиц более и менее 2 мм. Дальнейшую обработку пробы в барабане ведут циклами по 2 минуты. После каждого 2-минутного цикла выполняют рассеивание и взвешивание фракции пробы более и менее 2 мм. Истирание пробы обработкой в барабане продолжают до тех пор, пока прирост массы фракций менее 2 мм после очередного 2-минутного цикла станет равным 0,5% начальной массы пробы (точка отказа). Установленное для этого момента значение массы фракции менее 2 мм используют для вычисления коэффициента истираемости обломков.

Далее рассчитывается K_{fr} , согласно ГОСТ 25100-2020 (таблица А 1, п.12).

Коэффициент истираемости крупнообломочных грунтов K_{fr} .

$$K_{fr} = \frac{q_1}{q_0},$$

где q_1 - масса частиц размером менее 2 мм после испытания крупнообломочных фракций грунта (частицы размером более 2 мм) на истирание в полочном барабане; q_0 - начальная масса пробы крупнообломочных фракций (до испытания на истирание) [6].

Коэффициент выветрелости крупнообломочного и скального грунта рассчитывается согласно ГОСТ 25100-2020 (таблица А 1, п.10 , п.11).

Коэффициент выветрелости крупнообломочного грунта K_{wrt} .

$$K_{wrt} = \frac{K_1 - K_0}{K_1},$$

где K_1 - отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм после испытания грунта на истирание в полочном барабане; K_0 - отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм грунта в природном состоянии.

Коэффициент выветрелости скального грунта K_{wr} .

$$K_{wr} = \frac{P_B}{P_{нв}},$$

где P_B – плотность выветрелого скального грунта, г/см³; $P_{нв}$ – плотность невыветрелого скального грунта, г/см³ [6].



Рисунок – 3.14 Барабан полочный КП-123 [86].

Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия (ГОСТ 12248.4-2020)

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью, принудительно водонасыщенные образцы или образцы нарушенного сложения с заданным значением плотности и влажности по ГОСТ 30416. Образец грунта должен иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и отношение диаметра к высоте должно составлять от 2,8 до 3,5. Максимальный размер фракций грунта (включений, агрегатов) в образце должен быть не более 1/5 высоты образца.

Образец в рабочем кольце взвешивают, покрывают с торцов влажными фильтрами и помещают в цилиндрическую обойму компрессионного прибора. Далее выполняют следующие операции: подготовленный образец грунта помещают в одомер; собранный одо-

метр устанавливают под механизм для вертикального нагружения образца грунта; регулируют механизм нагружения образца; подключают устройства для измерения вертикальных деформаций образца; записывают начальные показания приборов.

При компрессионных испытаниях нагружение образца проводят путем ступенчатого нагружения статической нагрузкой. Ступени прикладывают равномерно, без ударов.

В процессе проведения испытания конечное давление доводят до заданного программой значения. При этом общее число ступеней не должно быть менее пяти.

На каждой ступени нагружения образца регистрируют показания приборов для измерения вертикальных перемещений в следующей последовательности: первое показание – сразу после приложения нагрузки, затем через 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30 мин и далее с интервалом 1 ч в течение рабочего дня, а затем – в начале и конце рабочего дня.

После окончания испытания необходимо снять нагрузку, убрать арретир, разобрать одометр, взвесить рабочее кольцо с грунтом и определить физические характеристики грунта [32].



Рисунок – 3.15 Прибор компрессионного сжатия автоматизированный серии стандарт ГТ 1.1.9, 1.1.10. Прибор предназначен для проведения испытаний образцов дисперсных грунтов методом компрессионного сжатия с целью исследования прочностных и деформационных характеристик [85].

Определение характеристик прочности мерзлых грунтов методом среза по поверхности смерзания (ГОСТ 12248.8-2020)

Испытания проводят на образцах грунта нарушенного сложения, приготовленных с природными значениями плотности и влажности. При определении сопротивления срезу

льда по грунту или грунтовому раствору допускается проведение испытаний на образцах грунта ненарушенного сложения.

Образцы грунта нарушенного сложения замораживают в морозильных камерах при заданной температуре в специальных формах, обеспечивающих требуемые направления теплопотока и формирование криогенной текстуры грунта.

Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и высотой не менее 1/3 диаметра. Диаметр смораживаемого с грунтом образца материала фундамента должен быть не менее диаметра образца грунта.

Перед изготовлением образцов грунта рабочие кольца нумеруют, взвешивают, измеряют их высоту и внутренний диаметр. Образец мерзлого грунта оттаивают с сохранением природной влажности, после чего тщательно перемешивают. Грунтовой пастой при положительной температуре заполняют рабочие кольца с материалом фундамента. Требуемая плотность достигается послойным уплотнением грунта при заполнении рабочих колец.

Подготовленные образцы нарушенного сложения с материалом фундамента помещают в формы для промораживания, которые затем устанавливают в морозильную камеру с температурой ниже минус 10 °С не менее чем на 1 сут. После подготовки перед установкой в прибор для испытаний образцы должны выдерживаться в помещении, где будут проводиться испытания, не менее суток. Хранение образцов более одних суток должно осуществляться в эксикаторах или герметичных контейнерах.

Подготовленный к испытанию образец помещают в срезную коробку прибора и проводят следующие операции: закрепляют образец так, чтобы плоскость срезания располагалась в зазоре между подвижной и неподвижной частями прибора, составляющем 1-2 мм; устанавливают на образец штамп для передачи нормального давления и центрируют его; закрепляют устройства для измерения деформаций образца грунта; устанавливают срезной прибор на станину под пресс и центрируют; освобождают подвижную часть срезной коробки, присоединяют к ней механизм для создания срезающей нагрузки; записывают начальные показания устройств для измерения деформаций образца и фиксируют время начала испытания.

К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нормальную нагрузку и затем первую ступень срезающей нагрузки.

При проведении испытаний для вычисления предельно длительного сопротивления срезу значение нормального давления, при котором проводят испытание, назначают в зависимости от напряженного состояния грунтового массива с учетом глубины залегания

образца (природное давление) или вычисляют в программе изысканий. При отсутствии данных это давление принимают равным 0,1 МПа.

При вычислении угла внутреннего трения и удельного сцепления проводят испытания при трех значениях нормального давления, одно из которых должно быть равно природному давлению.

На каждой ступени нагружения снимают показания приборов для измерения вертикальной деформации образца через 1; 5; 10; 20; 30; 60 мин., 2; 4; 6; 8 ч. После приложения нагрузки, затем два раза в сутки до условной стабилизации деформации и записывают в журнал или ведется автоматическая запись с интервалами не реже чем вышеперечисленные. Очередную ступень нагружения прикладывают при достижении условной стабилизации деформации. За критерий условной стабилизации деформации принимают приращение вертикальной деформации, не превышающей 0,01 мм за 12 ч. Испытание прекращают, если деформация с постоянной скоростью установлена не менее чем для двух ступеней срезающей нагрузки либо при срезе [33].



Рисунок – 3.16 Прибор одноплоскостного среза для испытания мерзлых грунтов автоматизированный ГТ 1.2.14 [85].



Рисунок – 3.17 Приспособление для смораживания образцов ГТ 4.2.2 [85].

Льдистость за счет видимых включений льда рассчитывается согласно ГОСТ 25100-2020 (Приложение А, п.21) [6].

Льдистость за счет видимых включений льда i_i .

$$i_i = \frac{\rho_s (W_{tot} - W_m)}{\rho_i + \rho_s (W_{tot} - 0.1W_w)}$$

Где плотность воды P_w – принимается 1,0 г/см³; плотность льда P_i – 0,9 г/см³;

W_{tot} – суммарная льдистость мерзлого грунта; W_w – влажность мерзлого грунта за счет незамерзшей воды; W_m – влажность мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями; P_s – плотность частиц грунта.

Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза (ГОСТ 12248.1-2020)

Испытания образцов будут производиться методом консолидированно-дренированного среза, так как значение $I_L < 1$.

Испытание на срез грунта, предварительно уплотненного вертикальной нагрузкой, проводимое путем медленного ступенчатого приложения срезающей нагрузки (статический режим) или непрерывного приложения срезающей нагрузки с постоянной заданной скоростью среза (кинематический режим), которые обеспечивают определение эффективности значений угла внутреннего трения и сцепления грунтов, при условии рассеивания избыточного порового давления в образце за счет дренажа.

Соппротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения частных значений удельного сцепления и угла внутреннего трения необходимо провести не менее трех испытаний одинаковых образцов при разных значениях нормального напряжения [31].



Рисунок – 3.18 Испытательный комплекс АСИС Про с комплектом оборудования для испытания образцов методом одноплоскостного среза и простого сдвига предназначен для исследований прочностных характеристик дисперсных грунтов [85].

3.3.9 Камеральная обработка полученных материалов и составление технического отчета

Работы инженерно-геологических исследований заканчиваются составлением отчетных материалов согласно ГОСТ 21.301-2014, объём и содержание которых, во многом зависят от стадий и этапов исследований, инженерно-геологических условий территории, видов и конкретных объектов строительства.

В камеральный период будут обработаны результаты полевых и лабораторных исследований свойств грунтов.

Составлены графики зависимости осадки от нагрузки, рассчитаны нормативные и расчётные характеристики свойств грунтов, согласно ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний [7]. Построены литологические колонки и инженерно-геологические разрезы.

Отчёт состоит из следующих частей:

- карт, характеризующих общие геологические условия: геологических, тектонических, геоморфологических, гидрогеологических;
- инженерно-геологических карт, на которых отражены и обобщены факторы, служащие для инженерно-геологической оценки территории;

- разрезов, колонок, графиков, зарисовок;
- объяснительной записки;
- списка используемой литературы;
- инженерно-геологической записки к проекту сооружения.

В практической деятельности специалиста в области инженерной геологии часто приходится составлять различного рода заключения по материалам инженерно-геологических исследований.

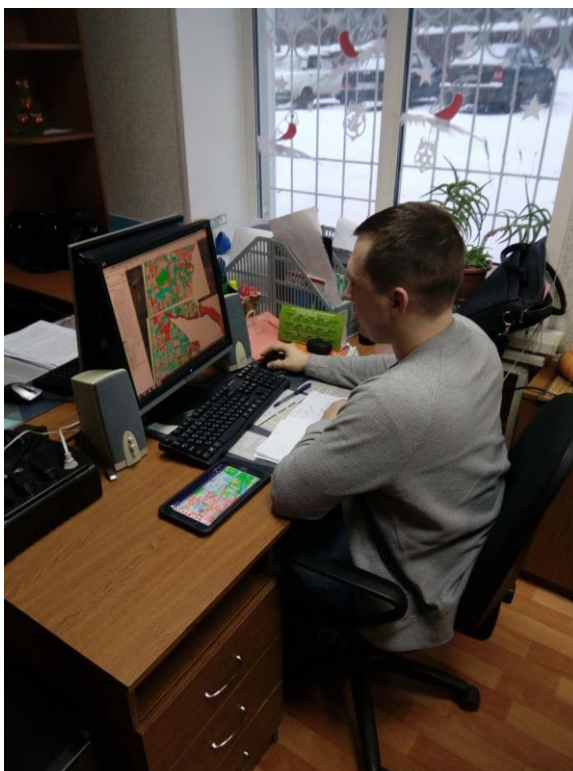


Рисунок 3.19 – Камеральные работы [87].

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Нефтяное месторождение Ичѣдинское административно относится к Усть-Кутскому району Иркутской области.

В настоящее время ведущей отраслью развития Иркутской области является добыча нефти.

Ичѣдинское нефтяное месторождение входит в состав основных месторождений области по добыче данного сырья. В связи с увеличением добычи возникает необходимость проведения инженерно-геологических изысканий для обустройства месторождения.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий северной части Усть-Кутского района и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство трассы двухцепной воздушной линии электропередач 3-6кВ от проектируемой ПС 35/6кВ до кустовой площадки №4 Ичѣдинского нефтяного месторождения.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При производстве инженерно-геологических работ необходимо руководствоваться «Правилами техники безопасности при геологоразведочных работах» и организационно-техническим предписанием по охране труда и технике безопасности, а также в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 Часть 1 [37], СНиП 12-04-2002 Часть 2 [38].

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 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 получить 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 с технологией и характером выполняемых работ.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При организации работ 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, согласно ГОСТ 12.2.032-78 [39] и ГОСТ 12.2.033-78 [40].

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.

4.2 Производственная безопасность

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

- рекогносцировочные и топогеодезические работы;
- буровые и горнопроходческие работы;
- полевые опытные 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 [41] и представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы при выполнении инженерно-геологических работ

Этапы работ	Наименование запроюктированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Полевой (на открытом воздухе)	<p>1. Рекогносцировочные и топогеодезические работы;</p> <p>3. Буровые и горнопроходческие работы;</p> <p>4. Опробование грунтов;</p> <p>5. Термометрические наблюдения;</p> <p>6. Полевые работы (метод замещения объема).</p>	<p>1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;</p> <p>2. Превышение уровней шума и вибрации;</p> <p>3. Тяжесть физического труда;</p> <p>4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.</p>	<p>1. Электрический ток;</p> <p>2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</p> <p>острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности инструментов.</p>	<p>ГОСТ 12.2.003-91 [42];</p> <p>ГОСТ 12.2.062-81 [43];</p> <p>ГОСТ 12.3.009-76 [44];</p> <p>ГОСТ 12.4.011-89 [45];</p> <p>ГОСТ 12.4.125-83 [46];</p> <p>ГОСТ Р 58967-2020 [47];</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2017 [48];</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 [49];</p> <p>ГОСТ 12.1.006-84 [50];</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 [51];</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 [52];</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004 [53];</p> <p>ГОСТ 12.4.002-97 [54];</p> <p>ГОСТ 12.4.024-86 [55];</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 [56];</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 [57];</p> <p>ГОСТ 12.4.303-2016 [58];</p> <p>ГОСТ 17.4.3.04-85 [65].</p>
Лабораторный и камеральный (внутри помещения)	<p>Лабораторные и камеральные работы:</p> <p>1. Определение физико-механических свойств грунтов.</p> <p>2. Написание геологического отчета с использованием ЭВМ.</p>	<p>1. Отклонение показателей микроклимата в помещении;</p> <p>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений;</p> <p>4. Повышенная запыленность рабочей зоны;</p> <p>5. Утечки токсичных и вредных веществ в рабочую зону.</p> <p>6. Умственное перенапряжение</p>	<p>1. Электрический ток; статическое электричество</p>	<p>ГОСТ 12.1.045-84 [59];</p> <p>СП 52.13330-2016 [60];</p> <p>ГОСТ 12.1.006-84 [50];</p> <p>Р 2.2.2006-05 [67];</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 [51];</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 [52];</p> <p>СП 60.13330-2016 [62]</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2017 [48];</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 [57];</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 [63];</p> <p>ПУЭ [64].</p> <p>ГОСТ 11209-2014 [68];</p>

4.2.1 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 обустроиваются 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 [58].

Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливают отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы [63].

Превышение уровней шума и вибрации

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – один 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 [52].

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 [66].

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

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [53] наиболее опасна для человека вибрация с частотой 12-250 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 14 м, то, согласно Р 2.2.2006-05 [67], 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.

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, пресмыкающихся и животных.

Камеральные и лабораторные 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.

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления, которая должна обеспечить 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 4.2 для отдельных категорий работ.

Таблица 4.2 – Значения температур в холодный и теплый периоды года

Период года	Категория работ по уровню энергозаграт, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха 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.

При работе на ЭВМ, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Если экран дисплея обращен к оконному проему, 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 освещенность рабочих мест, а для естественного и совмещенного – коэффициент естественной освещенности (КЕО). Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности – это СП 52.13330.2016 [60].

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещенности. Так, для ограничения неблагоприятного воздействия 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.) [50]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряжённости 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 электрического 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.

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

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

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

Биологическая активность пыли зависит от её химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния (SiO_2). Пыль желез-

ной руды содержит до 30% свободной SiO₂. 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 лёгких – 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 [63].

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 лаборатории должны быть устроены и оборудованы в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами.

Для предупреждения химических ожогов необходимо соблюдать правила безопасности при разливе 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 раздражение кожи [68].

Монотонность труда и умственное перенапряжение

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [67].

Умственный труд классифицируется по напряженности труда.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [67] 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.

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

Полевой этап

Электрический ток

Опасностями поражения током при проведении полевых работ являются поражение от токоведущих 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 защищенного заземления. Запрещается во время грозы проводить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ Р 12.1.019-2017 [48].

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 приемных 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 [48].

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 [42].

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 [42] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2015 [69] 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 [45].

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 12.1.019-2017 [48] и ГОСТ 12.1.038-82 [51]:

- 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.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 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 17.1.3.06.82 [70], ГОСТ 17.1.3.02.-77 [71], ГОСТ 17.4.3.04-85 [65].

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 осуществляется с соблюдением всех норм и правил и нормативных документов;
- все работники обязаны соблюдать требования законодательства Российской Федерации.

Загрязнения бытовыми отходами 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.

По окончанию буровых работ должна быть проведена рекультивация.

Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение [65].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под источником чрезвычайных ситуаций (ЧС) понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекцию, болезнь людей, сельскохозяйственных растений и животных, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС [72].

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.;
- гидрогеологические опасные явления – наводнения, половодья, подтопление 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, создаётся 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 техногенного характера:

- пожары (взрывы) в зданиях и сооружениях;
- пожары (взрывы) на транспорте.

Пожары (взрывы) в зданиях и сооружениях

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;
- 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 оказать при необходимости первую медицинскую помощь.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) на транспорте:

- периодически проверять используемую машину;
- следить за её состоянием и своевременно проходить технический осмотр;
- иметь в транспорте исправный огнетушитель и уметь его использовать.

В пожарный 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;
- заправлять горючим топливные баки двигателей внутреннего сгорания при работе двигателя, использовать машины с неисправной системой питания двигателя, а также курить или пользоваться открытым огнём вблизи машин, заправляемых горючим.

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

Выводы по разделу социальная ответственность:

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

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

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

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ

Цель дипломного проекта: «Инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и проект инженерно-геологических изысканий под строительство кустовой площадки №-4 Ичёдинского нефтяного месторождения (Иркутская область)».

Цель данного раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» заключается в экономическом планировании разработки проекта на проведение инженерно-геологических исследований.

Для осуществления поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Изучить затраты времени и труда;
2. Изучить производительность труда, продолжительность выполнения отдельных работ;
3. Построить календарный план проведения работ;
4. Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ.

Состав проектируемых работ на объекте:

- рекогносцировочные и топографо-геодезические работы;
- буровые и горнопроходческие работы;
- опробование;
- лабораторные работы;
- полевые опытные работы
- камеральные работы (составление технического отчета).

5.1 Расчет трудоемкости работ на инженерно-геологические изыскания

Для планируемых инженерно-геологических изысканий установлены предельные величины затрат времени на выполнение данного объема работ, а также размеры оплаты за единицу работ, согласно ЕНВиР-И [75], ССН-92 [73] и ССН-93 [74].

5.1.1 Подготовительные работы

На данном этапе работ производится сбор и анализ материалов изысканий прошлых лет, подбираются члены отряда.

Продолжительность периода 0,3 месяца.

Начальник партии – 1 человек на 0,3 месяца

Техник-геолог II категории – 2 человек на 0,3 месяца

Сметная стоимость не выше 5% от стоимости полевых работ.

5.1.2 Рекогносцировочные и топогеодезические работы

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

Таблица 5.1 – 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	6	0,02	ССН-93 вып. 9 табл.52	0,12
Итого:						0,12

Таблица 5.2 – Затраты труда на топографические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 53	0,01	0.0004
Техник геодезист I категории		0,03	0.0012
Замерщик 3 разряда		0,03	0.0012
Итого:			0.0028

5.1.3 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 2 скважины глубиной 11 м, 2 скважины глубиной 14 м и 1 скважина глубиной 9 м.

Таблица 5.3 – 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	II	0.4	0.05	ССН-93 вып.5, табл.5	0.02
		III	18.4	0.06		1.1
		IV	32.1	0.07		2.25
		V	8.1	0.1		0.81
2	Монтаж/ демонтаж и переме-		5 скв.	0.65	ССН-93 вып.5,	3.25

	сечение буровой установки				табл.104	
Итого:						7.43

Таблица 5.4 – 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	0.11
Инженер-механик		0,01	0.02
Итого:			0.13

Таблица 5.5 – 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	0.59
Рабочие		2,10	3.41
Итого:			4

5.1.4 Проходка шурфов горным способом

Проходка шурфа в данном проекте предусмотрена для определения плотности крупнообломочных грунтов, сечение шурфа 0,9х0,9 м, без крепления стенок.

Таблица 5.6 – Затраты времени на проходку шурфа

№п.п	Виды работ	Категория пород	Объем работ	Нормы времени (в ч/м)	Источник нормы	Затраты времени на объем (в ч/м.)
1	Проходка шурфа вручную	IV	1,5 м	6,33	ССН-93 вып.4, табл.43	9,5
Итого:						9,5

Таблица 5.7 – Затраты труда на проходку шурфа

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93 вып.4, табл.47	0,302	0,57
Рабочие		1,2	2,28
Итого:			2,85

5.1.5 Опробование грунтов

Опробование проводится с целью выяснения состава, состояния и свойств грунта. Планируемое количество образцов в процессе работы составляет 60.

Таблица 5.8 – Затраты времени на опробование грунтов

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объём
Отбор проб ненарушенного сложения (монолиты)	60	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 368	0,771	46,26
Итого:				46,26

Таблица 5.9 – Затраты труда на опробование грунтов

Наименование должности	Источник нормы ССН-93	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Бурильщик 6 разряда	Выпуск 1, часть 5, таблица 474	1	15,42
Помощник бурильщика		1	15,42
Геолог 10 разряда		0,05	0,77
Итого:			31,61

5.1.6 Полевые опытные работы

При проведении инженерно-геологических работ на данном участке предусматривается полевое определение плотности методом замещения объема.

Таблица 5.10. Затраты времени на полевые работы

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объём
Определение плотности методом замещения объема	2	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 1679	0,7	1,4
Итого:				1,4

5.1.7 Лабораторные работы

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

Таблица 5.11 – 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	50	0,65	ССН-93 вып. 7, табл. 7.1, № нормы 1025	32,5
2	Определение влажности на границе текучести	50	0,954	ЕНВиР-И № нормы 1631	47,7
3	Определение влажности на границе раскатывания	50	0,954	ЕНВиР-И № нормы 1631	47,7
4	Определение влажности	50	0,126	ЕНВиР-И № нормы 1622	6,3
5	Определение плотности грунта	50	0,37	ЕНВиР-И № нормы 1627	22,2

6	Определение плотности частиц грунта	50	0,339	ЕНВиР-И № нормы 1630	16,95
7	Компрессионные испытания	12	1,13	ЕНВиР-И № нормы 1645	13,56
8	Определение сопротивления сдвигу по поверхности смерзания	12	2	ЕНВиР-И № нормы 1637	24
9	Предел прочности породы при сжатии	20	0,25	ЕНВиР-И № нормы 1703	5
10	Изготовление кубиков размером 5х5х5 см со шлифовкой	10	0,861	ЕНВиР-И № нормы 1709	8,61
11	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения	12	2	ЕНВиР-И № нормы 1637	24
12	Истираемость в полочном барабане	40	1,2	ЕНВиР-И № нормы 1705	48
13	Выветрелость	40	1,1	ЕНВиР-И № нормы 1693	44
14	Размокаемость	10	0,568	ЕНВиР-И № нормы 1633	5,68
Итого:		456	12,502		346,2

Таблица 5.12 – Затраты труда на лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы ССН-93	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Инженер-лаборант	Выпуск 7, таблица 7.2	0,08	9,23
Инженер-лаборант		0,08	9,23
Начальник лаборатории		0,08	9,23
Итого:			27,7

5.1.8 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 47.13330-2016 [16], СП 11-105-97 [11].

Таблица 5.13 – 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	1	0,072	н. 1848	0,072

	план				
4	Составление геологического разреза при вертикальном масштабе 1:200	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	19	0,045	н. 1874	0,855
7	Вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	445	0,012	н. 1910	3,34
Итого:		475	1,173		7,72

5.2 Расчет производительности труда, количество бригад, продолжительности выполнения отдельных работ

Производительности выполнения отдельных работ

Для расчета производительности труда используем следующие формулы:

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

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

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

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

Для расчета продолжительности работ используем формулу:

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

где $T_{\text{пл}}$ – плановое время на этот вид работ при их выполнении одной бригадой; $N_{\text{общ}}$ – затраты времени на вид работ; 8 – количество часов в смене.

Топогеодезические работы

$$P_{\text{см}} = \frac{6}{0,02} = 300 \frac{\text{т}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 300 * 25,4 = 7620 \frac{\text{т}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{0,12}{8} = 0,015 \text{ смен.}$$

Одна бригада потратит 0,015 смен на топогеодезические работы.

Буровые работы

$$P_{\text{см}} = \frac{59}{0,93} = 63,44 \frac{\text{м}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 63,44 * 25,4 = 1611,38 \frac{\text{м}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{7,43}{8} = 0,93 \text{ смен.}$$

Одна бригада потратит 0,93 смены на буровые работы.

Горнопроходческие работы

$$P_{\text{см}} = \frac{1,5}{6,33} = 0,24 \frac{\text{м}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 0,24 * 25,4 = 6,1 \frac{\text{м}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{9,5}{8} = 1,19 \text{ смен.}$$

Итого на проходку шурфа бригада потратит 1,19 смен.

Опробование

$$P_{\text{см}} = \frac{60}{0,771} = 77,82 \frac{\text{обр}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 77,82 * 25,4 = 1976,63 \frac{\text{обр}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{46,26}{8} = 5,78 \text{ смен.}$$

Одна бригада объем в 60 проб отберет за 5,78 смен.

Полевые испытания

$$P_{\text{см}} = \frac{2}{0,7} = 2,86 \frac{\text{оп}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 2,86 * 25,4 = 72,64 \frac{\text{оп}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{1,4}{8} = 0,18 \text{ смен.}$$

Итого полевые испытания бригада выполнит за 0,18 смен.

Лабораторные работы

$$P_{\text{см}} = \frac{456}{12,502} = 36,47 \frac{\text{оп}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 36,47 * 25,4 = 926,34 \frac{\text{оп}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{346,2}{8} = 43,27 \text{ смен.}$$

Лабораторные работы одним лаборантом будут выполнены за 43,27 смен.

Лабораторные работы будут выполняться двумя бригадами, следовательно, каждой бригаде понадобится 21,64 смен.

Камеральные работы

$$P_{\text{см}} = \frac{475}{1,173} = 404,9 \frac{\text{отч}}{\text{см}}.$$

$$P_{\text{мес}} = 404,9 * 25,4 = 10284,46 \frac{\text{отч}}{\text{мес}}.$$

$$T_{\text{пл}} = \frac{7,72}{8} = 0,97 \text{ смен.}$$

Камеральные работы одним инженером будут выполняться 0,97 смен.

Таким образом, на проведение всего комплекса инженерно-геологических изысканий, будет использовано 30 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 5.14 – Календарный план проектируемых работ

Виды работ	Дата
Проектно-сметный	с 10 июля 2021г. по 20 июля 2021г.
Подготовительный	с 21 июля 2021г. по 23 июля 2021г.
Организационный	с 24 июля 2021г. по 26 июля 2021г.
Полевые работы	с 27 июля 2021г. по 3 августа 2021г.
Лабораторные	с 4 августа 2021г. по 24 августа 2021г.
Камеральные	с 24 августа 2021г. по 25 августа 2021г.

Примечание: в календарном плане предусмотрена 7 дневная рабочая неделя с 8 часовым рабочим днем.

5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Стоимость инженерно-геологических работ определена по «Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства» (1999г.) [76] (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991г.), при этом выделены следующие коэффициенты:

$K_1 = 1,4$ – районный коэффициент к заработной плате (п. 6д, табл.3);

$K_2 = 1,2$ – коэффициент к итогу сметной стоимости изысканий (п. 6д, табл.3);

$K_3 = 1,25$ – повышающий коэффициент при выполнении изысканий в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера (п. 8е);

$K_4 = 1,45$ – районный коэффициент к итогу сметной стоимости, определяемый путем суммирования единицы с дробными частями коэффициентов K_2 и K_3 (п. 8е);

$K_5 = 52,94$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 04.05.2021 г. №18410-ИФ/09 [77].

Таблица 5.15 – Расчет сметной стоимости проектируемых работ

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. Изм.	Кол-во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7
1.ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ						

1	Плановая и высотная привязка скважин и создание инженерно-топографического плана	точка	6	т.93, п.3	14,4 x 6	86,4
2	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м II кат. III кат. IV кат. V кат.	м м м м	0,4 18,4 32,1 8,1	т.17, п.1	38,4 x 0,4 42,6 x 18,4 45,6 x 32,1 47,9 x 8,1	2650,95
3	Отбор монолитов из скважин с глубины: до 10м связных грунтов скальных грунтов свыше 10м до 20м связных грунтов скальных грунтов	шт шт шт шт	35 8 5 2	т.57, п.1, п.2	22,9 x 35 22,9 x 8 x 0,7 30,6 x 5 30,6 x 2 x 0,7	1125,58
4	Отбор валовых проб из скважин	шт	10	т. 59, п.2.	34,3 x 10	343
5	Проходка шурфов горным способом сечением 0,9x0,9 м	м	1,5	т.27 п.1	51,6 x 1,5	77,4
6	Определение плотности методом замещения объема	опр	2	т. 59, п.8.	60,2 x 2	120,4
7	Замер температуры в скважинах	скв	2	т.40, п.2	88,6 x 2	177,2
Итого: 4580,93						
2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ						
8	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005мм	опр	50	т.62, п.23	17,6 x 50	880
9	Определение влажности	опр	50	т.62, п.2	7,1 x 50	240
10	Определение влажности на границе текучести и раскатывания	опр	50	т.63, п.4	20,02 x 50	1001
11	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	опр	60	т.62, п.6	9,2 x 60	552
12	Плотность грунта	опр	50	т.62, п.3	5,7 x 50	285
13	Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта. Показатели сжимаемости и при компрессионных испытаниях по одной ветви с нагрузкой до 2,5 МПа	опр	12	т.63, п.20	129,6 x 12	1555,2
14	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта при консолидированном срезе по поверхности смерзания с	опр	12	т.63, п.31	263,6 x 12 x 1,3	4112,16

	нагрузкой до 0,6МПа					
15	Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения методом сопротивления грунта срезу	опр	12	т.63, п.25	193 x 12 x 1,3	3010,8
16	Испытание прочности мерзлых грунтов на одноосное сжатие	опр	10	т.63, п.6	77,2 x 10	772
17	Предел прочности при сжатии в естественном, или воздушно-сухом, или водонасыщенном состоянии	опр	10	т.67, п.9	1,8 x 10	18
18	Изготовление кубика размером 5x5x5 см со шлифовкой граней из пород средней прочности	опр	10	т.67, п.13	15,1 x 10	151
19	Коэффициент выветрелости	опр	40	т.76, п.20	9,5 x 40	380
20	Коэффициент истираемости	опр	40	т.76, п.30	11,3 x 40	452
21	Размокаемость	опр	10	т.67, п.22	4,7 x 10	47
Итого: 13456,16						
3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ						
22	Составление программы работ	пр	1	т.81, п.2	800 x 1,25	1000
23	Обработка материалов буровых работ II категории сложности, 59 п.м.	п.м.	59	т.82, п.1	8,2 x 59	483,8
24	Обработка термометрических наблюдений грунта	зам	2	т.85, п.3	8 x 2	16
25	Камеральная обработка лабораторных исследований	опр	416	т.86, п.1	20% от 13456,16	2691,23
26	Составление камерального отчета	обр	1	т.87, п.2	21% от кам.раб.	880,12
Итого: 5071,15						
Всего по смете 23108,24						
27	ИТОГО с учетом районного и льготного коэффициента			1,45		33506,95
28	ИТОГО основные расходы с рыночным коэффициентом			52,94		1223350,23
	Накладные расходы			14%		171269,03
	Плановые накопления			8%		100548,57
	Резерв на непредвиденные расходы			3%		37705,72
В целом по расчету						1566380,5
29	Учет НДС			20%		313276,1
30	ИТОГО с учетом НДС					1879656,6

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ данного проекта с учетом НДС составляет **1879656,6** рублей.

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

1. В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» был произведен расчет затрат времени и труда на проведение инженерно-геологических работ;

2. Произведен расчет производительности труда и продолжительность выполнения отдельных видов работ;

3. Также установлено, что длительность всего комплекса проектируемых работ составляет 47 дней. На основе временных показателей по каждому виду работ был построен календарный план, по которому можно увидеть, что самая продолжительная по времени работа – это проведение лабораторных исследований;

4. Таким образом, цель данного раздела достигнута, произведен расчет сметной стоимости на выполнение инженерно-геологических изысканий с учётом основных и накладных расходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия северной части Усть-Кутского района и составлен проект изысканий под строительство трассы двухцепной воздушной линии электропередач ВЛ 3-6 кВ от проектируемой ПС 35/6 кВ до кустовой площадки №4 Ичединского нефтяного месторождения.

В процессе проектирования описаны природные условия района строительства, приведена детальная характеристика инженерно-геологических условий участка работ.

На данном участке, по фондовым материалам, составлена расчетная схема сооружений с геологической средой, также построены графики изменчивости свойств грунтов по глубине и рассчитаны коэффициенты вариации. Для каждого выделенного инженерно-геологического элемента представлены расчетные характеристики физико-механических свойств. Составлена карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемых работ.

В соответствии со сферой взаимодействия сооружения с геологической средой, нормативной документацией и методической литературой, были сформулированы задачи проектируемых работ, для решения которых были запроектированы и обоснованы виды и объемы работ и методики их проведения.

Изучены возможные вредные и опасные производственные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ, разработаны мероприятия по производственной и экологической безопасности.

Сметная стоимость проектируемых работ составила 1879656,6 рублей с учетом НДС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет «Обустройство кустовой площадки КП-4 Ичединского нефтяного месторождения» шифр 60/16-ИГЛИ.
2. Пономарев Г.Н., Хунхулеев А.П., Каницкий В.Л. (Объяснительная записка к геологической карте СССР, лист О-48-XXII), ВСЕГЕИ, 1967.
3. СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий».
4. Справочник по опасным природным явлениям в республиках, краях и областях Российской Федерации. СПб, 1997.
5. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».
6. ГОСТ 25100.2020 «Грунты. Классификация».
7. ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний».
8. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».
9. ОСТ 41-05-263-86 «Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре».
10. СП 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».
11. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства». Часть I-IV.
12. ГОСТ 25358.2020 «Грунты. Метод полевого определения температуры».
13. Руководство по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах. НИИОСП им. Герсевича, М., 1980.
14. Антонов А.Ф, Велли Ю.А, Гальперин В.В. Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. Л., Стройиздат, 1977.
15. СП 493.1325800 «Инженерные изыскания для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов».
16. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
17. СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».
18. СП 317.1325800-2017 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства».
19. ГОСТ 28514-90 «Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема».

20. ГОСТ 21.302-2013 «Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям».
21. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
22. РСН 31-83 «Нормы производства инженерно-геологических изысканий для строительства на вечномёрзлых грунтах».
23. ГОСТ 11108-70 «Коронки твердосплавные для колонкового бурения пород средней твердости».
24. ГОСТ 3882-74 «Сплавы твердые спеченные. Марки».
25. ГОСТ 12071-2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов».
26. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. Справочник.- М. «Недра», 1990.
27. ГОСТ Р 58889-2020 «Инженерные изыскания. Требования к ведению и оформлению полевой документации при проходке и опробовании инженерно-геологических выработок».
28. ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик».
29. ГОСТ 21153.2-84 «Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии».
30. ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава».
31. ГОСТ 12248.1-2020 «Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза».
32. ГОСТ 12248.4-2020 «Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия».
33. ГОСТ 12248.8-2020 «Грунты. Определение характеристик мерзлых грунтов методом среза по поверхности смерзания».
34. ГОСТ 12248.9-2020 «Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов методом одноосного сжатия».
35. ДальНИИС Госстроя СССР. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями, Москва, 1989.

36. ГОСТ 21.301-2014 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерным изысканиям».
37. СНиП 12-03-2001 Часть 1 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования».
38. СНиП 12-04-2002 Часть 2 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство».
39. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
40. ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования».
41. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
42. ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
43. ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные».
44. ГОСТ 12.3.009-76 «Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности».
45. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства стандартов защиты работающих. Общие требования и классификация».
46. ГОСТ 12.4.125-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация».
47. ГОСТ Р 58967-2020 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия».
48. ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
49. ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление».
50. ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
51. ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

52. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
53. ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования».
54. ГОСТ 12.4.002-97 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний».
55. ГОСТ 12.4.024-86 «Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования».
56. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
57. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».
58. ГОСТ 12.4.303-2016 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования».
59. ГОСТ 12.1.045-84 «Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
60. СП 52.13330-2016 «Естественное и искусственное освещение».
61. ГОСТ Р 58325-2018 «Грунты. Полевое описание».
62. СП 60.13330-2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
63. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
64. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Общие правила.
65. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
66. ГОСТ 31300-2005 (ЕН 12639:2000) «Шум машин. Насосы гидравлические. Испытания на шум».
67. Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
68. ГОСТ 11209-2014 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний».
69. ГОСТ 12.4.026-2015 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

70. ГОСТ 17.1.3.06.82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод».

71. ГОСТ 17.1.3.02.-77 «Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ».

72. ГОСТ Р 22.0.03-2020 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.

73. ССН-92 «Сборник сметных норм,-М.: 1993».

74. ССН-93 «Сборник сметных норм,-М.: 1993».

75. ЕНВиР-И-83 часть 2 «Сборник единичных сметных расценок норм времени на инженерно-геологические изыскания. –М.:1983.-269с.

76. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, Москва, 1999.

77. Письмо Минрегиона России от Минстроя России от 04.05.2021 г. №18410-ИФ/09.

Интернет ресурсы:

78. <https://www.rusgeocom.ru/products/geodezicheskij-priyomnik-topcon-gr-5-s-kontrollerom-fc-500>

79. <http://www.drillings.ru/page177>

80. <https://pkfko.ru/Burovie-koronki-tverdosplavnie.html>

81. <https://utest.uz/magazin/product/nabory-peschanyh-konusov>

82. <https://all-pribors.ru/opisanie/67598-17-77150>

<https://omsketalon.ru/catalog/sistema-temperaturnogo-monitoringa-merzlyh-promerzayushchih-i-protai vayushchih-gruntov>

83. <http://www.npf-bastion.ru/product/laboratornoe-oborudovanie/oborudovanie-dlya-ispytaniya-grunta/balansirnyy-konus-vasileva/>

84. <https://www.sovlab.ru/koltsa-rezhushchie-pg-400.html>

85. <https://npp-geotek.com/catalog/>

86. <https://www.geo-ndt.ru/pribor-3335-baraban-polochnii-kp-123.htm>

87. https://ulyanovsk.rcfh.ru/userfiles/images/IMG_20190115_163513.jpg

88. <https://omsketalon.ru/catalog/sistema-temperaturnogo-monitoringa-merzlyh-promerzayushchih-i-protai vayushchih-gruntov>.