

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Инженерно-геологические условия г. Норильска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство участка трассы ЛЭП-110

УДК 624.131.3:621.315(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Василенко Евгений Сергеевич		25.05.18

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крамаренко В.В.	К.Г.-М.Н.		25.05.18

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая О.В.	К. Э. Н.		31.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Вторушина А.Н.	К. Х. Н.		31.05.18

По разделу «Бурение»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н.		13.06.18

Планируемые результаты освоения ООП
21.05.02 «Прикладная геология»

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

	социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Критерий АВЕТ-3с,h,j)
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений.</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19,20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P10	Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий

	интерпретацию данных.	АВЕТ-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P11	<i>Создавать, выбирать и применять</i> необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных</i> ограничений.	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3e, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P12	Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной инженерной деятельности</i> , не менее чем по одной из специализаций: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i> • <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i> • <i>Геология нефти и газа</i> 	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1.6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Н.Н. Бракоренко 13.06.18 Бракоренко Н.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Василенко Евгению Сергеевичу

Тема работы:

**Инженерно-геологические условия г. Норильска и проект изысканий под
строительство участка трассы ЛЭП 110**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

11.12.2017 № 9603/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2018

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

В основу проекта положены материалы изысканий АО «КБК», нормативная, методическая, учебная и научная литература.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>В общей части охарактеризовать физико-географические, геологические, гидрогеологические условия рассматриваемого района, сформировавшиеся инженерно-геологические условия участка под строительство участка трассы. Составить рабочую гипотезу об инженерно-геологических условиях участка изысканий. Определить задачи инженерно-геологических исследований и оптимальный комплекс полевых, лабораторных и камеральных работ. При выборе и обосновании видов, методов и методик работ учитывать особенности геологической среды, технико-экономические вопросы, а также мероприятия по безопасному ведению работ и охране окружающей среды. В качестве специального вопроса рассмотреть методы проектирования фундаментов опор ВЛ на пучинистых грунтах. Выполнить расчет стоимости всех запланированных работ.</p>
<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрагмент карты четвертичных образований (Норильская серия); 2. Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез; 3. Расчетная схема основания сооружения и таблица расчетных и нормативных значений показателей физико-механических свойств; 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 16 м. 5. Методы проектирования фундаментов опор ВЛ на пучинистых грунтах.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Вторушина А.Н.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Пожарницкая О.В.</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крамаренко В.В.	к.г.-м.н.		19.12.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Василенко Е.С.		10.12.17

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Василенко Евгению Сергеевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Участок работ относится к Норильскому промышленному району Красноярского края. Микрорельеф участка работ относительно пологий. Проведение инженерно-геологических изысканий под строительство участка трассы ЛЭП-110</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при проведении инженерно-геологических изысканий под строительство участка трассы ЛЭП-110 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при проведении инженерно-геологических изысканий под строительство участка трассы ЛЭП-110</i>
2. Экологическая безопасность:	<i>Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу, литосферу.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Перечень 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.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<i>Специальные правовые нормы трудового законодательства (на основе инструкции по охране труда при производстве инженерно-геологических изысканий). Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (организация санитарно-бытового обслуживания рабочих).</i>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Василенко Е.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Василенко Евгению Сергеевичу

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

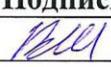
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Сметно-финансовый расчет работ по проекту Инженерно-геологические условия г. Норильска и проект изысканий под строительство участка трассы высоковольтной линии (110 кВ) «Надежда» - ГПП-74», Красноярский край.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания. Справочник базовых цен и СЦиР-82. Справочники базовых цен Госстроя России и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Индекс изменения стоимости изыскательских работ; коэффициент снижения (повышения) стоимости изыскательских работ. Ставка налога на прибыль 20 %. Страховые взносы в т.ч. 30,5 %. Налог на добавленную стоимость 18 %.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Свод видов и объема работ на инженерно-геологические изыскания
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Условия производства
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Общий расчет сметной стоимости

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Василенко Е.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 99 страниц, 16 рисунков, 48 таблиц, 77 источников и 5 графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, горные породы, состав, физико-механические свойства, физико-механические свойства и условия залегания грунтов, гидрогеологические условия, геокриологические условия, многолетнемерзлые породы, пластовые льды, изученность, методика, процессы, геофизические исследования.

Объектом исследования являются многолетнемерзлые породы.

Цель работы – комплексное изучение инженерно-геологических условий г. Норильска и проект изысканий под строительство участка трассы высоковольтной линии 110 кВ.

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

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

Степень внедрения: разработка проекта изысканий для строительства участка трассы высоковольтной линии электропередач.

Область применения: инженерно-геологические изыскания.

Экономическая эффективность/значимость работы: сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство участка трассы ВЛ с учетом НДС равна 4756273,33 рублей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ	13
1.1 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОЧЕРК.....	13
1.2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	14
1.2.1 РЕЛЬЕФ.....	14
1.2.2 КЛИМАТ.....	14
1.2. ИЗУЧЕННОСТЬ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРЫ УСЛОВИЙ	23
1.3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАБОТЫ СТРОЕНИЕ РАЙОНА	23
1.3.1 СТРАТИГРАФИЯ	24
1.3.2. ТЕКТОНИКА.....	24
1.5.1 ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ	26
1.6. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССЫ РАБОТЫ И ЯВЛЕНИЯ.....	26
ГЛАВА 2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРЫ УЧАСТКА ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.....	28
2.1. РЕЛЬЕФ ПАРАМЕТРЫ УЧАСТКА.....	28
2.2. СОСТАВ РАБОТЫ И ПАРАМЕТРЫ УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ГРУНТОВ РАБОТЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАБОТЫ ИХ РАБОТЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ.....	28
2.3. ФИЗИКО-ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ СВОЙСТВА ГРУНТОВ	28
2.3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЧЕСКИХ РАБОТЫ СВОЙСТВ НОМЕНКЛАТУРНЫХ КАТЕГОРИЙ ГРУНТОВ РАБОТЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАБОТЫ ИХ ПАРАМЕТРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ	28
2.3.2. ВЫДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	29
2.3.3. НОРМАТИВНЫЕ РАБОТЫ И РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СВОЙСТВ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	33
2.4. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	34
2.5. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ НА УЧАСТКЕ РАБОТ	34
2.6. ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ СЛОЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УЧАСТКА	35
2.7. ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТРАССЫ ЛЭП 110 КВ В ПРОЦЕССЕ ИЗЫСКАНИЙ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ	35
ГЛАВА 3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО – ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА	37
3.1. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ОПОР ВЛ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ	37
3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СООРУЖЕНИЯ С ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ И СОСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ОСНОВАНИЯ.....	40
3.3. ОБОСНОВАНИЕ ВИДОВ И ОБЪЕМОВ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ	42
ГОСТ 21.301-2014	50
3.4. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ	50
3.4.1. СБОР И АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ	50
3.4.2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОГНОСЦИРОВКА	51
3.4.3. ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	51
3.4.4. БУРОВЫЕ РАБОТЫ.....	52
3.4.5. ОПРОБОВАНИЕ ГРУНТА.....	56
3.4.6. ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ.....	58
3.4.7. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ.....	64
3.4.8. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ	68
ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО УЧАСТКА ТРАССЫ ЛЭП 110 КВ	70
4.1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	70
4.1.1 АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ.....	72
4.1.2 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ.....	76

4.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	81
4.3 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	82
4.3.1 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО И СОЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА	83
4.4 ПОЖАРНАЯ И ВЗРЫВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	83
4.5 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ	85
ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	86
5.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ И ОБЪЕМ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ	86
ГОСТ 21.301-2014	87
5.2 РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ И СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ	87
5.3 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА, КОЛИЧЕСТВА БРИГАД, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ РАБОТ	93
5.4 РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	101

Введение

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка для строительства трассы высоковольтной линии (110 кВ) «Надежда» - ГПП-74», пригород Норильска.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство сооружений на стадии рабочей документации.

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

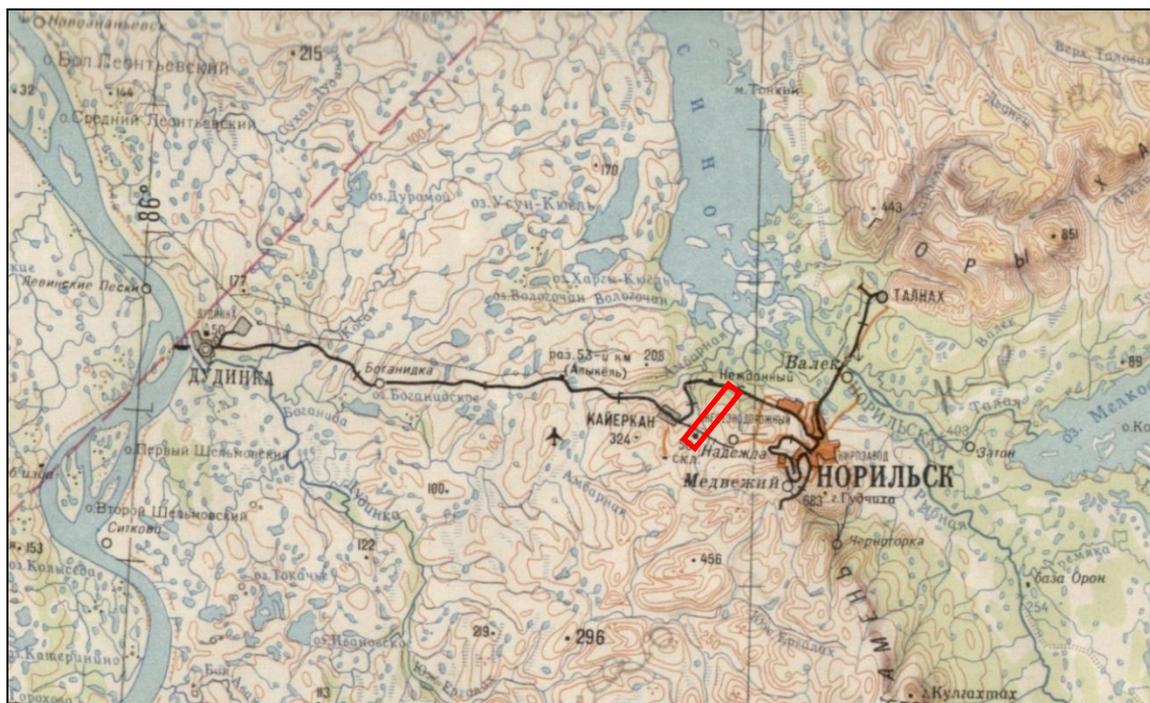
В работе над проектом использованы фондовые материалы АО «Красноярская буровая компания» [73].

Глава 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ

1.1 Экономический очерк

В административном отношении территория района работ относится к Норильскому промышленному району Красноярского края. Географически это южная оконечность полуострова Таймыр (рисунок 1.1). Важнейшей отраслью экономики Норильска является промышленность. В Норильском промышленном районе представлены следующие отрасли: горнодобывающая, цветная металлургия, энергетическая, газовая, транспорт, связь, стройиндустрия, торговля, пищевая промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство [73].

Основной продукцией промышленности города являются никель, кобальт, медь, металлы платиновой группы, золото, серебро. Высокая экономическая и финансовая эффективность обеспечивает освоение минерально-сырьевой базы Енисейского Севера, высокие позиции на мировых рынках металлопродукции, и, как следствие, развитие экономики территории. На предприятиях занято более 50% населения города [73].



 - участок проектируемых работ

Рисунок 1.1. Обзорная схема района работ

В ландшафтном отношении исследуемый район относится к тундровому типу, который подразделяется на три подтипа: моховые и лишайниковые тундры, кустарниковые тундры и лесотундры. Проектируемая трасса на своем протяжении пересекает участки как техногенно измененные, на которых растительность отсутствует, так и редкие участки с техногенно угнетенной травянистой и кустарниковой растительностью [73].

Естественная фауна региона представлена всеми видами, обитающими в лесотундровой зоне: олени, волки, медведи, песцы, горностаи, белки. Из птиц круглогодично обитает полярная куропатка, летом прилетают многочисленные водоплавающие. В реках и озерах водятся многочисленные виды рыб: сибирский осётр, стерлядь, таймень, нельма, чир, пелядь [73].

Непосредственно в исследованных границах представители фауны отсутствуют, т.к. ось трассы проходит преимущественно по техногенным, либо значительно техногенно измененным ландшафтам [73].

1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика

1.2.1 Рельеф

Рельеф района расположения трассы ВЛ-110 кВ в целом условно можно разделить на две части, горную и равнинную. Горная часть имеет абсолютные отметки поверхности от 72,3 до 239,8 м. в Балтийской системе высот, и делится на низкий и возвышенный, слаборасчлененный. Естественный рельеф сохранился только в пределах горной части территории; на остальной части рельеф изменен в ходе инженерной планировки поверхности [73].



Рисунок 1.2.1.1. Бугры пучения



Рисунок 1.2.1.2. Глыбовые россыпи

Равнинная часть территории имеет абсолютные отметки поверхности от 72,3 до 57,5 м. в Балтийской системе высот – по абсолютным отметкам низкий, слаборасчлененный. Общий уклон поверхности наблюдается в северо-восточном направлении. С дневной поверхности участок проектируемой трассы ВЛ-110 кВ на территориях промышленных площадок отсыпан щебнем, шлаком металлургическим; на незастроенной территории покрыт щебенистым грунтом, участками покрыт угнетенной травянистой растительностью и заболочен [73].

1.2.2 Климат

Норильский промышленный район расположен севернее полярного круга, в южной части Таймырского полуострова. Особенностью климата рассматриваемого района определяют следующие факторы: влияние арктических холодных воздушных масс и атлантической

циклональной деятельности, географическое положение в высоких широтах, открытость территории с севера и юга.

Взаимодействие этих факторов вызывает быструю смену циклонов и антициклонов, что способствует частым изменениям погоды. Увлажнение территории почти целиком зависит от атмосферных осадков переносимых с запада. Влияние континента выражается в частой повторяемости антициклональной погоды и интенсивной трансформации воздушных масс летом и зимой [73].

Общие черты климатического режима можно охарактеризовать следующим образом: суровая продолжительная зима, устойчивый снежный покров, сравнительно короткое, прохладное лето. Переходные сезоны - осень и особенно весна очень короткие. Большая часть осадков выпадает в теплый период года. На состояние атмосферы над рассматриваемой территорией преобладающее влияние оказывает арктический антициклон, климат рассматриваемого района отличается резкой континентальностью.

Осень наступает в середине августа и длится до начала октября. Осенняя погода преимущественно пасмурная, сырая и холодная. Зима начинается с октября и продолжается до конца мая, начало июня. В холодный период циклоническая деятельность вызывает частые усиления ветра, сопровождающиеся метелями [73].

Нарастание среднесуточных температур весной, обусловленное увеличением продолжительности солнечного дня, происходит очень быстро. Весна длится меньше месяца. В весенний период, когда происходят вторжение арктического воздуха, наблюдаются возвраты холодов и метелей. В конце июня наступает лето, обычно продолжающее чуть больше полутора месяца. Продолжительность безморозного периода составляет около 80 дней [73].

Климатическая характеристика рассматриваемого района работ приводится по данным наблюдений метеостанции Норильск, которая находится в нескольких километрах к северо-востоку от площадки будущего строительства.

Климат субарктический, резко континентальный, 2/3 года среднемесячные температуры воздуха отрицательные, безморозные только июнь, июль и август. Особенность зимы - сочетание низких температур и сильного шквального ветра (мороз до минус 53 °С и ветер 24 м/с) [73].

Характерным для района является частая и резкая смена погоды, неопределенность общеустановленных сезонов. Переходные сезоны – весна и осень - непродолжительны; для них характерны резкое повышение и, соответственно, понижение температуры в течение небольшого промежутка времени (две-три недели) [73].

Основные черты климата в пределах исследуемой территории определяются своеобразной циркуляцией атмосферы над данным районом, расположенным в центральной

области евроазиатского материка, влиянием Северного Ледовитого океана и его морей, а также характером рельефа. Над изучаемой территорией перенос воздушных масс обычно осуществляется в направлении с запада на восток, однако временами наблюдаются юго- или юго-западные, обуславливающие нередко обильные осадки. Осенью сюда чаще вторгаются воздушные массы, приходящие с севера – со стороны Баренцевого и Карского морей. При этом арктические воздушные массы с малым влагосодержанием могут проникать из Центральной Арктики в любое время года. В зимний период в декабре – феврале, циклоническая деятельность проявляется слабо, так как в это время развивается устойчивый мощный сибирский антициклон, поэтому зима на данной территории холодная [73].

Циклоническая деятельность более развита в западной части бассейна р. Енисей. Восточнее р. Енисей, отмечается ослабление облачности, уменьшение количества осадков и замедление скорости ветра. Существенное влияние на климат оказывают географическое положение хребтов или экспозиция склонов, долины крупных рек (таких как Енисей, Пясино), поэтому в некоторых районах исследуемой территории возможен свой микроклимат и отклонения величин климатических параметров от среднезональных. Участок изысканий по широтной зональности относится к зоне тундры [73].

Показателем теплового режима является среднегодовая температура воздуха, которая по данным метеостанции Норильск составляет минус 9,6 °С. В связи с преобладающей в зимнее время антициклональной погодой на данной территории наблюдаются сильные морозы. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет минус 53°С. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет 32°С (таблица 1.1). Средние даты наступления и прекращения устойчивых морозов и продолжительность безморозного периода приводится в таблице 2. Самый холодный месяц на данной территории района является январь со среднемесячной температурой воздуха минус 27,0°С. Самый теплый летний месяц июль, со среднемесячной температурой воздуха 14,1°С. Продолжительность безморозного периода составляет в среднем 80 дней [73].

Таблица 1.1. Температура воздуха, °С

Наименование метеостанции	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Среднемесячная и годовая температура воздуха, °С													
Норильск	-27,0	-26,5	-21,6	-14,1	-5,1	6,2	14,1	10,7	3,7	-8,7	-21,7	-25,2	-9,6
Абсолютный минимум температуры воздуха, °С													
Норильск	-53	-52	-46	-37	-25	-11	0	-3	-14	-38	-48	-52	-53
Норильск	-2	-1	2	9	15	29	32	28	23	12	7	0	32

Устойчивый переход температуры воздуха через 0 °С, определяющий наступление весны в тундровой зоне происходит в конце мая. Устойчивый переход температур через минус 5 °С наступает в среднем в начале октября. Ниже в таблице 1.2 приводятся характерные даты первого и последнего заморозка на исследуемой территории района изысканий [73].

Таблица 1.2. Даты первого и последнего заморозка

Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка			Продолжительность безморозного периода, дни		
средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	наимен.	наибол.
15.VI	31.V	05.VII	04.IX	13.VIII	28.IX	80	52	106

В таблице 1.3 приводятся средние даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже 0 °С, 5 °С и 10 °С весной и осенью.

Таблица 1.3. Даты устойчивых межсезонных переходов

	Выше минус 5°С	Выше 0 °С	Выше 10 °С	Ниже 10 °С	Ниже 0 °С	Ниже минус 5 °С
Весной	16.05	29.05	22.06			
Осенью				18.08	24.09	06.10

В условиях многолетней мерзлоты глубина сезонного промерзания грунта может довольно резко меняться в зависимости от экспозиции склона, залесенности, увлажненности и типа грунта. Полное оттаивание мерзлого грунта обычно заканчивается после прохождения весеннего половодья, но в отдельные годы может быть приурочено к моменту прохождения пика весеннего половодья. По данным ближайшей метеостанции устойчивое промерзание почвы на данной территории наступает в октябре, частичное оттаивание происходит в конце июня - начале июля.

Появление снежного покрова происходит в среднем в начале третьей декады сентября. Устойчивый снежный покров устанавливается в начале октября. В течение первой половины октября снегом покрывается вся тундровая зона. Начиная с октября, происходит постепенное увеличение мощности снежного покрова. Наибольшей высоты снежный покров достигает в середине марта - начале апреля, после чего начинается медленное уменьшение и в последних числах мая происходит интенсивное таяние снега. Средняя высота снежного покрова за год составляет в среднем на различных участках 35 - 50 см, максимальная достигает 0,8 - 0,9 м. Продолжительность снежного покрова составляет в среднем 244 дня. Устойчивый снежный покров начинает разрушаться в середине третьей декады мая после наступления дневных положительных температур и полностью сходит в среднем в начале июня [73].

Таблица 1.4. Число дней со снежным покровом, даты образования и схода устойчивого снежного покрова

Дата образования устойчивого снежного покрова			Дата схода снежного покрова			Число дней со снежным покровом
средняя	самая ранняя	поздняя	средняя	самая ранняя	поздняя	
02.X	20.IX	17.X	05.VI	20.V	27.VI	244

Таблица 1.5. Средняя декадная и наибольшая высота снежного покрова по постоянной рейке, см

Месяцы, декады								Наибольшая высота за зиму, см																		
X		XI		XII		I		II		III		IV		V		Сред.	Макс.	Мин.								
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1				2	3						
(открытое место установки рейки), см.																										
4			11			16			22			21			22			23			16			35	86	7
	6			14			18			21			20			21			22			14				
		9			15			20			21			22			22			19			8			

Таблица 1.6. Высота снежного покрова по снегомерным съемкам, см

Месяцы, декады								Наибольшая высота за зиму, см																		
X		XI		XII		I		II		III		IV		V		Сред.	Макс.	Мин.								
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3												
(участок - поле), см.																										
12			30			36			36			37			41			40			35			53	80	30
	18			31			38			36			40			42			40			28				
		25			33			38			38			40			41			38			14			

В целом высота снежного покрова в горной равнинной части района колеблется в пределах 0,4 - 0,8 м, а в ущельях, у подножий гор, у берегов рек высота снежного покрова может достигать и до 5 - 6 м.

Средняя плотность снежного покрова при наибольшей декадной высоте равна в поле 250 кг/м³, наибольший запас воды в снежном покрове составляет 200 мм при среднем – 140 мм.

Объемы снеготранспорта для зимы с максимальной продолжительностью метелей составляет за весь период наблюдений 600 м³/м. За расчетный период 1985-2012 года объем снеготранспорта составляет 706 м³/м. Наибольшая декадная высота снежного покрова за зиму 5 % обеспеченности для района изысканий на открытом месте равна 90 см [73].

По весу снегового покрова согласно СП 20.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) участок изысканий относится к малоизученным районам (приложение Ж, карта 1) [63].

В соответствии с требованиями СТО 44577806.14.24-1-69-2013 расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности для VI снегового района составляет 400 кгс/м³ [72].

Таблица 1.7. - Плотность снежного покрова по снегомерным съемкам, (кг/м³)

Участок	месяцы, декады									Средняя при наибольшей декадной высоте															
	X			XI			XII				I			II			III			IV			V		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
поле	130			200			220			250			270			260			270			300			250
	160			220			220			260			250			260			290			310			
	180			220			240			260			260			270			290			330			

Таблица 1.8. - Запас воды в снежном покрове по снегомерным съемкам, мм

месяцы, декады								Наибольший за зиму																		
X			XI			XII			I			II			III			IV			V			Сред.	Макс.	Мин.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
(участок - поле), мм.											140	200	80													
13			60			76			89					101			106			110			117			
30			63			80			94					96			111			113			90			
44			74			89			99			103			110			113			52					

Количество осадков на данной территории преобладает над испарением. Среднегодовое количество осадков на исследуемой территории зависит не только от проникновения воздушных масс, но и от высоты рельефа местности и экспозиции горных хребтов или склонов, и колеблется в среднем в пределах 479 мм в год. Годовая величина испарения с водной поверхности составляет 200 - 300 мм.

Наибольшее количество осадков выпадает в летне-осенний период, с июля по сентябрь до 60 мм в месяц (таблицы 1.9 – 1.10). Осадки в летне-осенний период носят характер иногда затяжных дождей, реже гроз с короткими сильными ливнями. Наименьшее количество осадков до 165 мм выпадает в зимний период с ноября по март.

Таблица 1.9. Месячное, годовое количество осадков с поправками на смачивание, мм

Месяцы														Общее
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	
36	23	27	26	30	46	51	54	62	45	40	39	165	314	479

Таблица 1.10. Месячное и годовое количество жидких, твердых и смешанных осадков,

мм

Вид осадков	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
жидкие				1	8	40	51	54	46	5			205
твердые	36	23	26	19	9				4	28	38	39	222
смешанные			1	6	13	6			12	12	2		52

Суточный наблюдаемый максимум осадков в исследуемом районе изысканий по данным метеостанции Норильск за многолетний период составляет 47 мм [73].

Наибольшая упругость водяного пара отмечена в июле-августе в период выпадения наибольшего количества осадков и достигает 9,7 - 11,0 гПа. Зимой в декабре-феврале отмечаются наименьшие значения упругости водяного пара в воздухе, составляющие на данной территории 0,7 - 0,9 гПа. Среднегодовая упругость водяного пара составляет 3,9 гПа. Относительная влажность имеет суточный и годовой ход. Наибольшие ее значения наблюдаются в осенний период, составляя 78 - 81%. Летом в связи с повышением температуры воздуха величина относительной влажности уменьшается до 68-73%. Дефицит влажности (насыщения) воздуха весной быстро возрастает и в июне уже достигает в среднем 3,3 гПа. Наибольший дефицит влажности достигает максимума в июле, составляя в среднем 6,5 гПа. [73].

Таблица 1.11. Среднее месячное и годовое: 1) гПа, 2) %, 3) гПа

Среднее месячное и годовое:	За месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1) Парциальное давление водяного пара	0,7	0,7	1,1	1,9	3,4	6,8	11,0	9,7	6,5	3,0	1,2	0,9	3,9
2) Относительная влажность воздуха	77	77	77	76	77	73	68	75	81	81	78	77	76
3) Дефицит насыщения	0,2	0,2	0,3	0,6	1,1	3,3	6,5	3,7	1,8	0,7	0,3	0,2	1,6

В течение года преобладающими направлениями ветра являются ветры восточных и юго-восточных румбов, повторяемость которых за год составляет 23 и 20%. Средняя годовая скорость ветра составляет 5,4 м/с. [73].

Данные по ветровому режиму для исследуемой территории приводятся в таблице 1.12 – 1.14, розы ветров за характерные периоды на рисунке 1.1.2. Максимальная скорость ветра чаще наблюдается в декабре, январе составляя 34-40 м/с при порывах до 44 м/с.

Таблица 1.12. Повторяемость направлений ветра и штилей, (%)

Румбы	Повторяемость направлений ветра и штилей, (%)												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
С	1	1	1	1	2	7	8	5	3	2	1	2	3
СВ	3	2	2	2	1	2	3	2	1	1	2	2	2
В	39	40	29	16	12	18	15	16	17	14	31	33	23
ЮВ	28	27	24	16	11	11	10	13	22	21	27	34	20
Ю	9	7	9	10	5	5	6	6	10	12	4	6	8
ЮЗ	7	4	7	12	14	9	9	14	15	18	6	3	10
З	7	12	16	25	29	19	23	24	20	20	16	10	18
СЗ	6	7	12	18	26	29	26	20	12	12	13	10	16
Штиль	11	18	10	7	7	8	11	10	11	7	4	9	10

По ветровым нагрузкам согласно СП 20.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*), изучаемую территорию можно отнести к VI ветровому району. Нормативное значение ветрового давления соответствующее 10-ти минутному интервалу осреднения скорости на высоте 10 м превышаемое раз в 5 лет принимается равным для первого района 0,73 кПа (73 кгс/м²) [63].

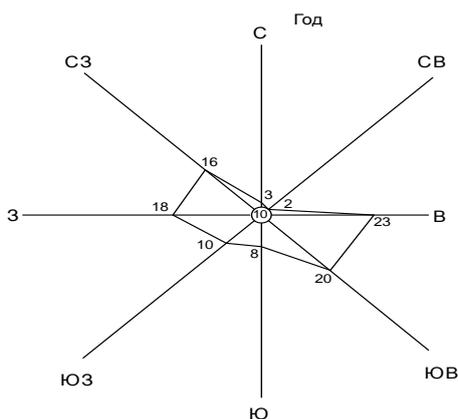
Таблица 1.13. Средняя месячная, максимальная и годовая скорость ветра по флюгеру, (м/с)

Скорость	Месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя	6,0	5,4	6,0	6,1	5,8	5,0	4,2	4,1	4,5	5,7	5,5	6,1	5,4
Максимальная	34	24	28	28	28	28	18	20	28	28	40	28	40
Максимальные порывы	35	35	-	40	34	34	22	-	38*	30	44*	37	44*
(высота флюгера с легкой и тяжелой доской - 11 м).													

В таблице 1.14 представлена максимальная скорость ветра различной обеспеченности.

Таблица 1.14. Максимальная скорость ветра различной обеспеченности

Обеспеченность, %	Максимальная скорость ветра, м/с
5	31,4
10	28,6
20	25,5



повторяемость ветра, 1 см – 10%

Цифра в кружке – среднее число штелей в процентах

Рисунок 1.1.2. Роза ветров за характерные периоды по м.ст. Норильск [73].

К атмосферным явлениям, которые могут наблюдаться на изучаемой территории, относятся туманы, грозы, метели, град. Ниже в таблице 1.15 приводятся среднее и максимальное число дней в году с этими явлениями.

Таблица 1.15. Среднее и наибольшее число дней с атмосферными явлениями

Значения	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Туманы (дни)													
среднее	9	8	4	0,4	1	3	0,7	2	3	2	4	6	43
наибольшее	20	19	14	3	4	8	5	5	7	5	12	18	83
Грозы (дни)													
среднее					0,1	0,9	3	1	0,1				5
наибольшее					2	4	10	4	2				14
Метели (дни)													
среднее	11	8	8	8	4	0,4			0,4	6	9	11	66
наибольшее	20	16	14	15	7	3			4	12	19	22	93
Град (дни)													
среднее						0,1	0,2	0,1	0,03				0,4
наибольшее						1	1	1	1				2

Таблица 1.16 - Среднее и наибольшее число дней с обледенением проводов по визуальным наблюдениям

характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
гололед				0,7 10	0,8 4				1 5	1 8	0,3 8	0,04 7	4 14
изморозь	18* 29	16 26	11 22	7 17	2 8				0,4 2	7 16	16 29	16 23	93 124

* - В таблице 1.14 в числителе приводится среднее значение, в знаменателе наибольшее.

Максимальное число дней с метелями в данном районе составляет 93 дня с юго-восточным (45%) преобладающим направлением ветра [73].

Согласно СП 20.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) – район участка изысканий по толщине стенки гололеда находится в III районе (приложение Ж, карта 4), где нормативная толщина стенки гололеда превышаемая один раз в пять лет составляет 10 мм [63].

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

На прилегающей территории, в границах площадок НМЗ ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» и МЗ ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» в 2010-2016 г.г. выполнялись изыскания силами АО «КБК» для объектов металлургии и заводской инфраструктуры. Данные изысканий прошлых лет использованы для ретроспективной оценки изменений природной и геологической среды в границах объектов проектирования, а также для получения информации о геологическом строении территории [73].

1.3 Геологическое строение района

Территория расположена в пределах Хантайско-Рыбинской троговой ложбины и Норильского плато, в регионе сопряжения Восточно-Саянского антиклинория и Сибирской платформы, в пределах Северо-Сибирской низменной равнины, Норильско-Рыбинской долины, входящей в состав Средне-Сибирского плоскогорья. В целом, геологическое строение разреза толщи грунтов основания проектируемых конструкций трассы ЛЭП 110 кВ разделяется на горную и равнинную части. В горной и предгорной частях исследуемой территории разрез представлен неокатанными и слабоокатанными крупнообломочными и дисперсными грунтами достаточно большой мощности (40 м.), измеряемой до кровли скальных грунтов, при этом разрез равнинной части представлен в большей степени мелкодисперсными грунтами – суглинками, супесями и песками различной крупности, мощность которых составляет до 10,2 м, скальных грунтов в этой части исследуемой территории не вскрыто вовсе [18].

Согласно картам общего сейсмического районирования ОСР-2015 по СП 14.13330.2014 сейсмическая интенсивность исследуемой территории по карте В – менее 6 баллов (сейсмически не опасный). Грунты участка изысканий по сейсмическим свойствам относятся к I, II и III категориям [73].

1.4 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия изучаемой территории характеризуются развитием водоносного комплекса четвертичных отложений, который объединяет сезонно-действующие и подземные воды таликов, в пределах водоносного комплекса подземные воды имеют сходный химический состав и относятся к западно-сибирскому артезианскому бассейну [4].

Изучение гидрогеологических условий выполнялось в апреле-мае 2017 года, до начала активного снеготаяния, поэтому при проектировании необходимо учитывать амплитуду сезонного колебания, которая может составлять около 2-х метров [73].

Сезонно-действующие (надмерзлотные) подземные воды не вскрыты при бурении, воды этого горизонта появляются в летне-осенний период в слое сезонного оттаивания до глубины 4,5 метров. Водовмещающими породами преимущественно служат насыпные и естественные крупнообломочные грунты (коэффициент фильтрации 5-50 м/сутки) и пески (коэффициент фильтрации до 2 м/сутки). Питание подземные воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков. В отсутствии питания водоносный горизонт срабатывается. Водоупором является толща многолетнемерзлых и нетрещиноватых скальных пород [73].

Подземные воды таликов залегают на глубине от 4,5 до 22,0 метров (абсолютные отметки 54,5-44,5 м в Балтийской системе высот), воды безнапорные, вскрыты на исследуемой территории локально, на глубине 4,7 м (абсолютная отметка 55,8 м в Балтийской системе высот) и на глубине 5,1 м, что соответствует абсолютно отметке 54,2 м в Балтийской системе высот. Подземные воды приурочены к гидрогенным и техногенным таликам. Питание горизонт получает за счет инфильтрации атмосферных осадков и притока поверхностных вод, подземные воды горизонта функционируют круглый год и не перемерзают. В летний период горизонт гидравлически связан с надмерзлотными водами сезонно действующего слоя. В зимний период режим горизонта носит застойный характер [73].

Водовмещающие грунты представлены галечниковыми грунтами (коэффициент фильтрации до 20 м/сут) и песками (коэффициент фильтрации до 2 м/сут). Водоупором служат мерзлые и слабофильтрующие грунты (суглинки) [73].

Максимальный уровень подземных вод будет наблюдаться в периоды весеннего снеготаяния и интенсивного выпадения дождей [73].

1.5 Геокриологические особенности района

1.5.1 Геокриологические условия района работ

Территория Норильского промышленного района относится к Енисей-Путоранскому геокриологическому региону. Территория района изысканий расположена в пределах геокриологических областей плато Норильского и Норильско-Рыбнинской межгорной равнины. В пределах Норильского плато (горная и предгорная части описываемой территории) мощность многолетнемерзлых пород изменяется в зависимости от абсолютных отметок рельефа и составляет до 100 и более, метров. В границах Норильско-Рыбнинской равнины (равнинная часть территории работ) мощность многолетнемерзлых пород изменяется в зависимости от абсолютных отметок рельефа, составляя в поймах рек 15 - 20 метров, а в пределах распространения ледово-морских и озерных террас - до 50 метров. На предсклоновых участках территории мощность многолетнемерзлых пород увеличивается до 100 метров. По способу промерзания горных пород мерзлая толща относится к эпигенетическому типу [73].

Геокриологические условия территории изысканий характеризуются распространением сплошной толщи многолетнемерзлых грунтов мощностью более 100,0 м в горной части и прерывистой толщи многолетнемерзлых грунтов мощностью более 50 метров в равнинной части территории. В пределах горной части описываемой территории все грунты находятся в многолетнемерзлом состоянии, что подтверждается замерами температуры грунтов в скважинах [73].

Площадь таликовых зон на участке изысканий очень мала по сравнению с площадью промороженных массивов. Талые грунты на исследуемой территории развиты локально, в основном примыкают к озерам, рекам и ручьям – как естественным, так и техногенным. Кроме того, талики будут существовать на территории промышленной площадки медного завода, что подтверждается материалами выполненных изысканий.

Мощность сезонного оттаивания мерзлых грунтов рекомендуется принять равной 2,0 м для естественных дисперсных грунтов, 4,0 м для насыпных и естественных крупнообломочных грунтов. Мощность слоя сезонного промерзания естественных дисперсных грунтов принять равной 2,5 м, для насыпных и естественных крупнообломочных грунтов 4,5 м.

1.6 Геологические процессы и явления

На территории трассы ЛЭП-110 кВ широко развиты геологические процессы, преимущественно обусловленные негативным влиянием многолетней мерзлоты. К таким процессам относятся: морозное пучение грунтов деятельного слоя. [73].

Кроме того, в границах прохождения исследуемой трассы отмечены следующие процессы: заболачивание, склоновые осыпи.

К весьма опасным процессам относится морозное пучение грунтов деятельного слоя. Развитые в исследованных границах, относятся преимущественно к сильно пучинистым. Морозобойное растрескивание грунтов развито незначительно, преимущественно в присклоновых участках рельефа территории, которую пересекает описываемая трасса. Бугры пучения возникают на равнинных пониженных и заболоченных участках при промерзании обводненных грунтов верхней части разреза, представленных суглинком. Наледообразование возникает при промерзании водонасыщенных грунтов деятельного слоя, обычно в сентябреноябре. Заболачивание достаточно широко развито в границах проектируемого объекта [73].

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

2.1 Рельеф участка

Рельеф участка пологонаклонный (спуск, не более трех градусов), частично спланированный техногенными грунтами, так же присутствует слева от оси проектируемой трассы водоём трапециевидной формы, сезонно существующий, глубиной не более 0.5 м. В отсутствие снегового и дождевого питания данный водоем пересыхает. В геоморфологическом отношении участок изысканий расположен в северо-западной части Сибирской платформы, в пределах западно-бугристой Норильско-Рыбинской долины, входящей в состав Средне-Сибирского плоскогорья. Абсолютные отметки рельефа изменяются от 186,0 до 189,0 м.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

Геологический разрез участка изысканий характеризуется на глубину до 14 метров с отложениями верхнечетвертичных и современных аллювиально-озерных грунтов аяклинского слоя (IaQ_{III-IVak}), представленных суглинками и щебенистым грунтом, ниже залегают магматические скальные грунты – базальты, нижней перми и верхнего триаса нерасчлененные ($v\beta P_2-T_1$) (приложение 2).

Инженерно-геологический разрез по проектируемой трассе ВЛ представлен с поверхности толщей суглинков, глубина залегания колеблется до 9 м. Под толщей суглинков залегает многолетнемерзлая толща щебенистого грунта магматических пород, находящаяся в твердомерзлом состоянии, мощностью до 3,5 метров, имеет локальное распространение по трассе, вскрыта с глубины 9-12,5 метров.

Ниже залегает базальт прочный, трещиноватый, слабовыветрелый, неразмягчаемый, мощностью до 1,5 метров, вскрытый с глубины от 12,5 до 14 метров.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

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

В разрезе участка проектируемых работ выделяется два стратиграфо-генетический комплекса верхнечетвертичных и современных аллювиально-озерных грунтов аяклинского слоя, которые состоят из грубообломочного и дисперсного материала, а так же магматических скальных пород нижней перми и верхнего триаса, нерасчлененные.

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

Верхнечетвертичные и современные аллювиально-озерные отложения (IaQ_{III-IVak}):

Суглинок, серый и бурый. На период изысканий грунт находился в мерзлом состоянии, массивной криогенной текстуры, полутвердой консистенции, незасоленный.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,15 до 0,18 д.е., при среднем значении 0,17 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,7 до 1,73 г/см³, при средних значениях 1,72 г/см³.

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчётная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330-2012, составляет 0,05 МПа.

Щебенистый грунт, бурый. На период изысканий грунт находился в мерзлом состоянии, нельдистый незасоленный.

Показатели физико-механических свойств грунтов. Естественная влажность грунта изменяется от 0,7 до 0,12 д.е., плотность грунта изменяется от 2,42 до 2,45 г/см³, процентное содержание фракций грунта изменяется от 48 до 55 %.

Базальты, нижней перми и верхнего триаса нерасчлененные (vβ P₂-T₁):

Базальт темно-серый, слабывветрелый, неразмягчаемый.

2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [10]. Исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида. Подразделение и наименование разновидностей многолетнемерзлых грунтов следует производить в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [6] с учетом особенностей их физико-механических свойств. Подразделение грунтов на твердомерзлые, пластично-мерзлые и сыпучемерзлые при проектировании оснований и фундаментов следует производить в зависимости от их состава, температуры и степени влажности в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [6] с учетом сжимаемости под нагрузкой.

В результате анализа пространственной изменчивости частных значений показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами, с учётом данных о геологическом строении, литологических особенностях грунтов, в пределах площадки можно предварительно выделить 3 инженерно-геологических элемента:

ИГЭ 1 – Суглинок (IaQ_{III-IVak});

ИГЭ 2 – Щебенистый грунт (IaQ_{III-IVak});

ИГЭ 3 – Базальт, прочный, неразмягчаемый (vβ P₂-T₁).

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

ИГЭ 1:

- число пластичности – I_p , %;
- влажность на границе текучести – W_L , %;
- влажность на границе раскатывания – W_p , %;
- влажность – W , %;
- коэффициент пористости – e , д.ед.

ИГЭ 2:

- процентное содержание фракций грунта;
- коэффициент пористости – e , д.ед.

ИГЭ 3:

- временное сопротивление к сжатию в естественном состоянии – R_c , МПа;
- временное сопротивление к сжатию в водонасыщенном состоянии – R_c , МПа.

Графики изменения показателей свойств грунтов по глубине, для предварительно выделенных элементов, приведены на рис. 2.1 – 2.9.



Рисунок 2.1. Изменение влажности суглинка (ИГЭ-1) по глубине



Рисунок 2.2. Изменение влажности на границе текучести суглинка (ИГЭ-1) по глубине



Рисунок 2.3. Изменение влажности на границе раскатывания суглинка (ИГЭ-1) по глубине

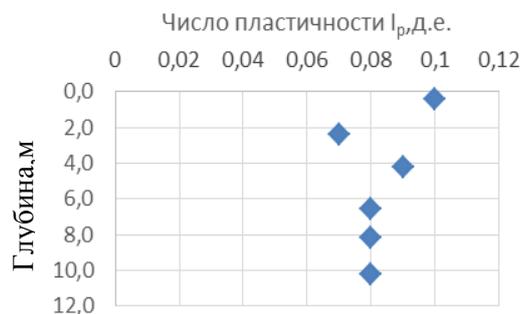


Рисунок 2.4. Изменение числа пластичности суглинка (ИГЭ-1) по глубине

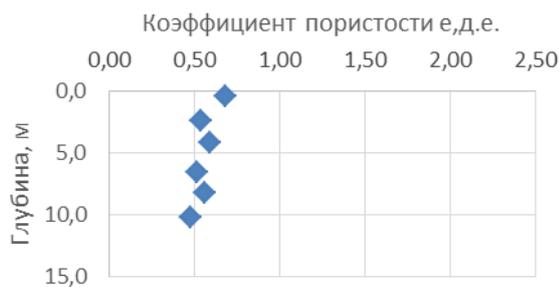


Рисунок 2.5. Изменение коэффициента пористости суглинка (ИГЭ-1) по глубине

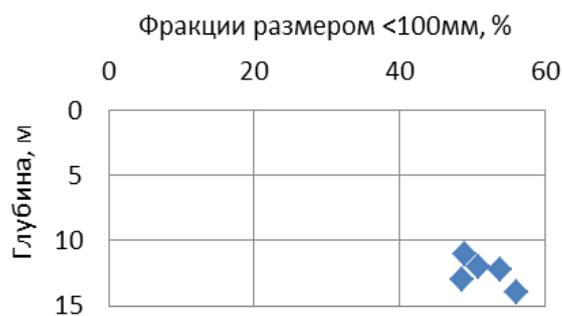


Рисунок 2.6. Изменение процентного содержания фракции размером менее 100 мм щебенистого грунта (ИГЭ-2) по глубине



Рисунок 2.7. Изменение коэффициента пористости щебенистого грунта (ИГЭ-2) по глубине



Рисунок 2.8. Изменение временного сопротивления сжатию базальта в водонасыщенном состоянии



Рисунок 2.9. Изменение временного сопротивления сжатию базальта в естественном состоянии (ИГЭ-3) по глубине

Анализ графиков (рис. 2.1 – 2.9), предварительно выделенных ИГЭ показал, что изменчивость значений показателей физических характеристик, в целом, имеет незакономерное распределение и минимальный разброс значений.

Для более точного обоснования разделения ИГЭ согласно п.4.5 ГОСТ 20522-2012. рассчитывается коэффициент вариации (V). Коэффициент вариации – мера отклонения опытных данных от выбранного среднего значения, выражаемая в долях единицы или в процентах, вычисляется по формуле:

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

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

Если коэффициент вариации не превышает следующих допущенных величин: для физических характеристик не более 0.15; для механических характеристик не более 0.30, то дальнейшего подразделения не требуется.

Для подтверждения предварительно выделенных ИГЭ были рассчитаны коэффициенты вариации по физическим и механическим (таблицы 2.1 – 2.3) характеристикам грунтов.

В таблице 2.1 приведены значения коэффициентов вариации для суглинка твердого, нельдистого.

Таблица 2.1 – Значения коэффициентов вариации суглинка

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, S	Среднее значение параметра, X_n	Коэффициент вариации, V
Коэффициент пористости e , д.е.	0,068	0,49	0,13
Влажность на границе текучести W_L , д.е.	0,036	0,23	0,14
Влажность на границе раскатывания W_p , д.е.	0,018	0,15	0,12
Число пластичности I_p , д.е.	0,004	0,03	0,13
Влажность W , д.е.	0,01	0,07	0,14

В таблице 2.2 приведены значения коэффициентов вариации для щебенистого грунта.

Таблица 2.2 – Значения коэффициентов вариации щебня

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, S	Среднее значение параметра, X_n	Коэффициент вариации, V
Коэффициент пористости e , д.е.	0,0114	0,214	0,05
Фракции размером, <100 мм, %	3,18	51,64	0,06

Как видно из таблицы 2.2 коэффициенты вариации не превышают 0,06 (ГОСТ 20522-2012 [10]) следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

В таблице 2.3 приведены значения коэффициентов вариации для базальтов прочных.

Таблица 2.3 – Значения коэффициентов вариации базальтов

Характеристики механических свойств	Средне-квадратичное отклонение, S	Среднее значение параметра, X_n	Коэффициент вариации, V
Временное сопротивление к сжатию в естественном состоянии, МПа	9	130,25	0,07
Временное сопротивление к сжатию в водонасыщенном состоянии, МПа	2,2	113,75	0,02

Как видно из таблицы 2.3 коэффициенты вариации базальта не превышают 0,30 (ГОСТ 20522-2012 [10]) по всем характеристикам механических свойств грунта, следовательно дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов

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

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

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

где n - число определений характеристики;

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

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

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [10], методом статистической обработки частных значений характеристик.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2016 [59] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей

способности $\alpha = 0,95$, по деформации $\alpha = 0,85$. Результаты расчетов приведены в приложении 3.

2.4 Гидрогеологические условия

На период изысканий грунтовые воды в пределах участка проектирования не встречены. Но в теплый период года, во время интенсивных дождей и снеготаяния, на площадке изысканий можно ожидать появления грунтовых вод типа «верховодка». Водовмещающими будут являться грунты слоя сезонного оттаивания-промерзания. Водоупором – менее трещиноватые грунты скального массива. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и таяния сезонно-мерзлых грунтов, разгрузка – в места понижения рельефа, в выемки и котлованы. По данным геофизических исследований установлено, что грунты не являются агрессивными по отношению металлу и бетону [73].

2.5 Геологические процессы и явления на участке работ

В ходе проведения изысканий на исследуемой территории были встречены грунты, в соответствии с СП 11-105-97, часть III и СП 22.13330.2016 обладающие специфическими свойствами и относящиеся к ним по степени пучинистости - это ИГЭ 1, залегающий в зоне сезонного промерзания-оттаивания. Основания, сложенные пучинистыми грунтами, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов при сезонном промерзании увеличиваться в объеме, что сопровождается подъемом поверхности грунта и развитием сил морозного пучения, действующих на конструкции сооружений. При последующем оттаивании пучинистого грунта происходит его осадка.

При использовании специфических грунтов в качестве оснований следует руководствоваться требованиями СП 22.13330.2016 [59], СП 116.13330.2012 [51], СП 25.13330-2012 [61].

Среднепучинистые грунты широко распространены на площадке изысканий и представлены суглинком, полутвердой консистенции.

Процессам морозного пучения подвержена большая часть всей площади изысканий. Согласно СП 115.13330.2016 [62] процесс морозного пучения на данной территории по категории опасности является опасным. На рисунке 2.5.1 показана опора, деформированная вследствие выпучивания её свайного фундамента.



Рисунок 2.5.1. Деформированная опора

При освоении территории необходимо учитывать гидрогеологические условия площадки изысканий и предрасположенность грунтов, залегающих от дневной поверхности до глубины сезонного промерзания, к пучению.

Для предотвращения процессов пучения в период строительства рекомендуется провести инженерно-мелиоративные, конструктивные, физико-химические мероприятия, работы по повышению плотности грунтов и предотвращению замачивания грунтов.

2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценивая закономерности развития экзогенных геологических процессов и явлений на территории рассматриваемой территории, необходимо отметить криогенное пучение грунтов, которое широко развито и залегает в грунтах деятельного слоя.

По совокупности факторов, таких как слабонаклонная поверхность, наклонное залегание слоев, неровная кровля коренных пород и широкое распространение криогенных процессов инженерно-геологические условия площадки проектирования относятся к III (высокой) категории сложности [66].

2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий трассы ЛЭП 110 кВ в процессе изысканий, строительства и эксплуатации

Основным видом инженерно-геокриологического прогноза на данном этапе освоения территории является общий геокриологический прогноз особенностей формирования инженерно-геокриологических условий и развития или активизации различных инженерно-геологических процессов в результате техногенного нарушения естественных надпочвенных покровов – снега и растительности. Указанные нарушения особенно характерны для

строительства конструкций трассы ЛЭП 110 кВ, когда техногенные воздействия реализуются на значительных площадях и связаны в основном с движением и функционированием тяжелой техники. В результате происходит уплотнение или удаление снежного покрова и частичное или полное уничтожение напочвенного растительного покрова [73].

В некоторых случаях, помимо активизации существующих процессов, вероятно возникновение и развитие новых, ранее не происходивших в рассматриваемых условиях процессов.

Одновременно с понижением среднегодовой температуры происходит существенное увеличение амплитуд изменений температуры пород в годовом разрезе. В свою очередь, общей закономерностью при понижении температур пород в результате снятия снежного покрова является уменьшение глубины сезонного оттаивания на участках развития многолетнемерзлых пород (ММП) [73].

Изменения геокриологической обстановки необходимо учитывать при проектировании сооружений трассы ЛЭП 110 кВ, однако оценка условий взаимодействия инженерных сооружений с многолетнемерзлыми породами является задачей специального инженерно-геокриологического прогноза. Его выполнение возможно лишь при задании всех характеристик конкретного объекта – местоположения, размеров и конфигурации, условий и уровня тепловыделения и др. [73].

При снятии или уплотнении снежного покрова криогенные процессы, непосредственно зависящие от мощности слоя сезонного оттаивания пород, должны затухать.

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

Глава 3. Проектная часть. Проект инженерно – геологических изысканий на участке строительства

3.1 Методы проектирования фундаментов опор ВЛ на пучинистых грунтах

Для северных регионов России характерны большая обводненность и заболоченность местности, пучинистые грунты и грунты с большими удельными сопротивлениями, резкие годовые и суточные перепады температур. Массовое строительство ВЛ в малоизученных в тот момент северных регионах, когда в работу вводилось зачастую более тысячи километров линий в год, создало ряд проблем их эксплуатации из-за неполного учета геологических и климатических условий территории при проектировании и сооружении ВЛ. Наиболее серьезный ущерб воздушным линиям электропередачи северных регионов наносит повреждение фундаментов опор из-за морозного пучения.

Для погружения свай в грунт до заданной глубины применяется буроопускной способ погружения с использованием лидерных скважин и дозабивкой последнего метра сваи в ненарушенный грунт (приложение 5). При этом между стенкой скважины и поверхностью сваи возникает зона неуплотненного грунта. Под воздействием смерзания-оттаивания грунт на глубину его промерзания уплотняется в зоне от границы сезонного промерзания и выше. По мере увеличения площади соприкосновения уплотненных грунтов в зоне промерзания, усиливается действие касательных сил морозного пучения, и, как показывает опыт эксплуатации, через 5–6 лет в пучинистых грунтах начинается выход сваи – до 5 см за сезон.

При выдавливании сваи из ненарушенного грунта (из зоны дозабивки) величина ее ежегодного выхода растет за счет сил, приложенных к торцу сваи и возникающих при расширении замерзающей жидкости в водонасыщенных грунтах, которые заполняют пространство лидерной скважины. Величина этих сил во много раз превышает вертикальную составляющую касательных сил морозного пучения и может превышать 50 тс на сваю. В результате ежегодный выход свай увеличивается до 20–25 см и более, фундамент теряет несущую способность, что может привести к падению опор под воздействием ветровых нагрузок.

Для уменьшения подъема фундаментов при пучении грунта проводят следующие мероприятия. Обваловка фундаментов опор на высоту, исключая оттаивание зоны сезонного промерзания грунта (применяется на ВЛ, находящихся вблизи карьеров, в которых ведется разработка и намыв грунта), рисунок 3.1.1. Так же применяется стабилизация температурного режима вечномерзлых грунтов установкой сезонно-охлаждающими устройствами (СОУ). Использование СОУ, в которых используется газообразный аммиак, позволяет остановить процесс морозного пучения свайных фундаментов, однако акты

вандализма ограничивают применение этой технологии на неподконтрольных территориях в отсутствие надзора (рисунок 3.1.2).



Рисунок 3.1.1. Обваловка фундамента опор [76]



Рисунок 3.1.2. Установки сезонно-охлаждающего устройства [76]

Усиление фундаментов крестовыми сваями (приложение 5). Опыт эксплуатации показывает, что данный метод эффективен для укрепления свай фундаментов при их выпучивании на высоту до 1,5 метров и прекращает их дальнейшее пучение (рисунок 3.1.3).



Рисунок 3.1.3. Усиление фундаментов крестовыми сваями [76]

Поверхностные фундаменты применяются на местности с ровным рельефом. Монтаж такого фундамента не требует применения сваебоя и может быть выполнен даже в летнее время, но требует большего количества материалов по сравнению с монтажом типовых фундаментов.



Рисунок 3.1.4. Сооружение поверхностных (лежневых) фундаментов [76]

Противопучинистые мероприятия для свай могут обеспечиваться применением термоусаживаемой оболочки, предназначенные для монтажа в средней части сваи (на величину деятельного слоя грунта) с целью снижения касательных сил морозного пучения на боковую поверхность сваи.

Допустимая температура окружающей среды при проведении строительно-монтажных работ составляет от минус 30 °С до плюс 50 °С.

При строительстве высоковольтных линий электропередачи на вечномерзлых грунтах наибольшее распространение имеют свайные фундаменты, при этом грунты в основании используются только в мерзлом состоянии. Грунты для основания в оттаявшем состоянии использовать нельзя. На вечномерзлых грунтах также применяются незаглубленные (поверхностные), анкерные и комбинированные фундаменты. Свайные, анкерные или

комбинированные фундаменты на вечномёрзлых грунтах выполняются с предварительным бурением или оттаиванием скважин.

3.2 Определение размеров взаимодействия сооружения с геологической средой и составление расчетной схемы основания

На территории проектируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства участка трассы воздушной линии электропередач (ВЛ) 110 кВ.

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

Таблица 3.1. Техническая характеристика сооружений

Наименование сооружения	Допустимый пролет, м	Высота опоры, м	Масса металлоконструкций, т	Тип фундамента, глубина погружения свай	Нагрузка на фундамент, кН	Нагрузка на опору, кН	Чувствительность к неравномерным осадкам	Уровень ответственности
ВЛ 110 кВ на опорах 1.2 ПСБ 110-3;	110-400	24,2	0,2	Буроопускные сваи 40*40 см; 12м	20 кН/м	-	Нечувствительно	II

Воздушная электролиния по конструкции должна устанавливаться на опоры. По техническому заданию запроектированы промежуточные опоры. По назначению промежуточные опоры выполняют условие поддержания подвешенных на них проводов, опоры устанавливаются на прямых участках трассы воздушной линии (рисунок 3.2.1).

По геологическим и геокриологическим условиям, исследуемый участок относится к территории III категории сложности [66]. Участок трассы находится в зоне распространения вечномёрзлых пород, территория склонна к развитию и активизации большого числа неблагоприятных процессов и явлений, связанных с наличием многолетней мерзлоты. Важнейшими из этих процессов являются морозное пучение грунтов.



Рисунок 3.2.1. Промежуточная железобетонная опора ВЛ напряжением 110 кВ

1— стойка; 2 — траверса; 3 — тросостойка

Согласно табл. 7.2 СП 11-105-97. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, на трассах воздушных линий электропередач, ширина полосы трассы 100-300 м, расстояние между выработками 300-500 м, глубина горных выработок 10-15 м. Так как территория района работ относится к III категории сложности, рекомендуется сокращать расстояние между горными выработками, а также увеличивать глубину горных выработок. С учетом вышеприведенных дополнений, проектируется установить расстояние между выработками 150 м, ширину полосы трассы принять – 100 м [66]. Планируется заглубиться в скальный грунт на два их диаметра.

Согласно табл. 8.11 СП 11-105-97 часть IV горные выработки следует размещать в пунктах установки опор, то есть 4 выработки для III категории сложности [66].

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой составлена *расчетная схема основания* с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов.

Расчетная схема – это инженерно-геологический разрез сферы взаимодействия, на котором показаны технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические и геокриологические условия, нужный для расчета основания набор показателей физико-механических свойств пород.

При строительстве на многолетнемерзлых грунтах в зависимости от конструктивных и технологических особенностей сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности целенаправленного изменения свойств грунтов основания используется 1

принцип, с сохранением мерзлого состояния, когда расчетные деформации основания в предположении его оттаивания превышают предельное, их не удастся привести в нормальное состояние конструктивными мерами или улучшением строительных свойств основания. Принцип эффективен, когда грунты находятся в твердомерзлом состоянии и такое состояние может быть сохранено при экономически разумных затратах.

Все расчеты свай, свайных фундаментов и их оснований следует выполнять с использованием расчетных значений характеристик материалов и грунтов.

Согласно 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. При эксплуатации ВЛ отепляющего влияние не будет или оно будет незначительным. При повышенной сейсмичности района следует принимать, как правило, использование многолетнемерзлых грунтов по принципу I [66].

В соответствии с ГОСТ 25100-2011, по температурно-прочностным свойствам, грунты находятся в твердомерзлом состоянии. Согласно СП 25.13330 п.7.2 расчет оснований следует производить при использовании многолетнемерзлых грунтов по принципу I: по несущей способности для твердомерзлых грунтов [66].

При анализе характера взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой определен набор показателей физико-механических свойств пород, необходимых для определения и прогнозирования устойчивости сооружения (приложение 3). В результате анализа сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой составлена расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности и инженерно-геологических процессов.

Необходимые для расчета оснований и фундаментов физические и деформационно-прочностные характеристики многолетнемерзлых грунтов надлежит определять на основании их непосредственных полевых или лабораторных испытаний.

3.3 Обоснование видов и объёмов проектируемых работ

Общая система организации работ по инженерно-геологическим изысканиям включают в себе три основных этапа:

- а) подготовительный,
- б) период выполнения основных объемов работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий,
- в) заключительный период (обрабатываются полученные материалы, и составляется инженерно-геологический отчет).

В подготовленный период выполняются работы организационно-методического и организационно-технического содержания, конечной целью которого является составление

программы инженерно-геологическим изысканий и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных объемов работ охватывает время выполнения буровых, геофизических, лабораторных и других видов работ. В течение этого периода ведется также камеральная обработка полученных данных.

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

В комплексе работ при инженерно-геологических изысканиях включены, в соответствии с СП 11.105.97. Часть IV: сбор и анализ материалов ранее выполненных работ, инженерно-геологическая рекогносцировка, топографо-геодезические, буровые работы, инженерно-геологическое опробование, полевые опытные работы, лабораторные, камеральные [66].

Сбор и анализ ранее выполненных работ

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

Сбору и обработке подлежат материалы:

- инженерно-геологические изыскания прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения – технические отчеты об инженерно-геологических изысканиях, гидрогеологических, геофизических и сейсмологических исследованиях, стационарных наблюдениях и другие данные, сосредоточенные в государственных и ведомственных фондах и архивах;
- геолого-съёмочные работы (в частности, геологические карты, наиболее крупных масштабов, имеющиеся для данной территории), инженерно-геологического картирования, региональных исследований, режимных наблюдений и др.;
- научно-исследовательских работ и научно-технической литературы, в которых обобщаются данные о природных и технических условиях территории и их компонентах и (или) приводятся результаты новых разработок по методике и технологии выполнения инженерно-геологических изысканий.

Возможность использования материалов изысканий прошлых лет в связи с давностью их получения (если от окончания изысканий до начала проектирования прошло более 2-3 лет) следует устанавливать с учетом происшедших изменений рельефа, гидрогеологических условий, техногенных воздействий и др. Выявление этих изменений следует осуществлять по

результатам рекогносцировочного обследования исследуемой территории, которое выполняется до разработки программы инженерно-геологических изысканий на объекте строительства.

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

Инженерно-геологическая рекогносцировка участка трассы ЛЭП ВЛ 110 кВ

Инженерно-геологическая рекогносцировка проводится с целью описания границ геоморфологических элементов, рельефа, растительности, неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, особенно геокриологических, временных водотоков, выхода ключей и т. д. [57].

В задачу рекогносцировочного обследования входит:

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

Запроектированы маршрутные наблюдения. На данный вид работы достаточно 1 дня.

Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические работы запроектированы с целью привязки планово-высотного положения устьев 3 скважин и создания топографического плана масштаба 1:1000, а также привязки точек. Привязка скважин производится инструментальными методами с помощью системы GPS. Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений и данные привязки оси трассы ЛЭП 110 ВЛ к геодезической основе в масштабе 1:1000.

Буровые работы

Буровые работы запроектированы с целью:

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

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

Согласно СП 11-105-97 часть IV п.8.2 на участках трасс линейных сооружений типового проектирования дополнительно следует проходить горные выработки по оси трассы для уточнения инженерно-геокриологических условий [66].

При проектировании участка трассы ВЛ 110 кВ, необходимо установить 3 опоры сооружений, где под каждую опору требуется 4 скважины, расстояние между опорами ВЛ 150 м.

Таким образом, проектируется бурение 12 скважин, предварительная глубина бурения составит: 1скважина – 14 м, 3 скважины – 39 м, 4 скважины – 36 м, 4 скважины – 16 м. итого – 105 п.м.

В соответствии с рекомендациями СП 11.105.97 часть IV (п.8.4) [66], для проектируемого сооружения II уровня ответственности и III категории сложности, расстояние между горными выработками не должно превышать 20-15 м и располагаться по контурам сооружения.

Инженерно-геологическое опробование

Опробование включает: методы установления объемов работ, параметров СПИНФа; отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов, выполнение лабораторных или полевых исследований по изучению состава и свойств пород, получение и обработка результатов.

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

Интервал опробования определяется следующим образом:

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

где n – интервал опробования, м

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

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

$$n = \frac{7}{10} * 4 = 2,8 \approx 3 \text{ м (ИГЭ 1)},$$

$$n = \frac{3}{10} * 4 = 1,2 \approx 1м \text{ (ИГЭ 2),}$$

$$n = \frac{2}{10} * 4 = 1м \text{ (ИГЭ 3),}$$

В соответствии с пунктом 8.19. СП 11.105.97 часть IV количество определений одноименных характеристик грунтов, необходимых для вычисления нормативных и расчетных значений на основе статической обработки результатов испытаний следует устанавливать расчетом в зависимости от степени неоднородности грунтов основания, требуемой точности вычисления характеристики и с учетом уровня ответственности и вида проектируемых зданий и сооружений [66].

Для определения количества образцов используем нормативный метод. Согласно СП 47.13330.2012 п.8.19 необходимо обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов [57].

С учетом выше приведенных данных в таблице 3.3 приведено количество необходимых определений.

Табл. 3.3. Необходимое количество частных значений характеристик грунта

ИГЭ	Суммарная влажность $W_{(топ)}$, %	Влажность на границе текучести W_L , %	Влажность на границе раскатывания $W_{ср}$	Гранулометрический состав	Плотность ρ , г/см ³	Плотность частиц ρ_s , г/см ³	Временное сопротивление сжатию R_c , МПа		Расчетное сопротивление R , кПа (под концом сваи)	Сопротивление сдвигу по поверхности смятия, R_{af} , кПа	Образцы ненарушенного сложения	Удельная касательная сила пучения - τ_{fl}
							В естественном состоянии	В водонасыщенном состоянии				
ИГЭ-1 суглинок	10	10	10	10	10	10					10	6
ИГЭ-2 щебенистый грунт	10			10	10	10			6	6	10	
ИГЭ-3 базальт	10			10	10		6	6			10	

В соответствии с СП 11.105.97 п.5.11 часть IV [66] для однородных по составу и криогенному строению слоев пробы грунта отбираются из кровли, середины и подошвы слоя, но не реже, чем через 1 м. В связи с конструктивными особенностями под каждое сооружение требуется 4 горных выработки, в одной из которых будет отбираться недостающее необходимое количество образцов ненарушенного сложения для щебенистого грунта и базальта, в другой будут проводиться термометрические работы. Чтобы выбрать расчетное сопротивление требуется знать характеристики льдистости и температуры, временное сопротивление сжатию определяется по таблице В.1 в СП 25.13330.2012 приложение Б [61].

Полевые опытные работы

Согласно СП 11.105.97 часть IV [66] полевые исследования грунтов следует проводить при изучении массивов грунтов с целью:

- расчленения геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев специфических и других грунтов;
- определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания;
- оценки пространственной изменчивости свойств грунтов;
- оценки возможности погружения свай в грунты и несущей способности свай.

Полевые испытания грунтов выполняют в соответствии с ГОСТ 30672-2012 [35]. Выбор метода полевых испытаний зависит от состава, строения и состояния изучаемых грунтов, целей исследований, категории сложности инженерно-геологических условий, проектных нагрузок, глубины заложения, условий эксплуатации оснований зданий и сооружений, типов проектируемых фундаментов и методов их расчета.

Согласно СП 25.13330.2012 [61] обязательными видами полевых работ на данном участке являются бурение скважин, замеры температуры грунта.

От температуры пород грунтовых оснований инженерных сооружений во многом зависит их механическая прочность, а значит, и надежность, устойчивость работы строительных конструкций и фундаментов, эксплуатируемых в криолитозоне по I принципу.

Определение температуры многолетнемерзлых грунтов оснований следует проводить в скважинах глубиной 10-15 м (в соответствии с ГОСТ 25358 – 2012 [15]). Всего планируется оборудование 3-х скважин под термозамеры.

Для расчетов свайных фундаментов по предельным состояниям (раздел 7 СП 24.13330.2011 [63]), должны быть определены физические, прочностные и деформационные характеристики грунтов.

Согласно СП 25.13330.2012 [65] несущая способность основания одиночной сваи, а также осадка основания фундаментов, определяется по результатам полевых испытаний свай статической вдавливающей нагрузкой. Для оценки сил негативного трения использовать испытание сваи выдергивающей нагрузкой. Согласно ГОСТ 5686-2012 [8] испытания грунтов выдергивающими и горизонтальными нагрузками, а также все испытания многолетнемерзлых грунтов проводят только натурными сваями.

В соответствии с требованиями СП 24.13330.2011 [64] на участке работ планируется выполнить 3 испытания натурными сваями статической вдавливающей нагрузкой и 3 испытания выдергивающей нагрузкой. Согласно ГОСТ 5686-2012 п.8.5 [8] при проведении испытаний на выдергивающую нагрузку, допускается использовать сваи, с помощью которых проводилось испытание грунтов статической вдавливающей нагрузкой.

Геофизические работы

Геофизические работы планируются провести с целью:

- определения состава, мощности, льдистости рыхлых четвертичных (и более древних) отложений, а также пластовых льдов;
- выявления литологического строения массива горных пород, тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости и льдистости;
- определения глубины залегания поверхности и подошвы массивов многолетнемерзлых грунтов;
- определения состава, состояния и свойств мерзлых грунтов в массиве, их изменений (во времени и пространстве);
- выявления и изучения криогенных процессов и их динамики;
- проведения мониторинга опасных криогенных процессов;
- определения коррозионной агрессивности грунтов;
- определение удельного электрического сопротивления грунтов для расчета заземлений.

Планируется проведение: электрического зондирования в модификации ВЭЗ. Замеры удельного электрического сопротивления грунтов – 1 ф.т. на 300 м трассы ВЛ, с шагом 300 м между точками зондирования.

Лабораторные работы

Следует выполнять с целью определения показателей состава, состояния, физических, механических, химических свойств грунтов для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [6], определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по

площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

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

Проектируются следующие лабораторные определения: определение суммарной влажности, плотности грунта, плотности частиц грунта, гранулометрического состава, определение влажности границ текучести и пластичности, испытания грунтов методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания, испытания грунтов методом одноосного сжатия.

Объем лабораторных работ зависит от необходимого количества частных характеристик грунта.

Для определения физико- механических характеристик в целях экономической целесообразности, а также учитывая СП 47.13330.2012 п.8.19 [57], соблюдая необходимое количество частных значений, следует проводить испытания грунтов в количестве 10 испытаний на каждый ИГЭ.

Виды и объемы работ представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 Сводная таблица видов и объемов работ

№ п/п	Виды работ	Единица измерения	Объем работ	Нормативные документы
1	Сбор и анализ материалов ранее выполненных работ	день	1-2	СП 47.13330.2012
2	Инженерно-геологическая рекогносцировка	метров	300	СП 47.13330.2012
3	Топогеодезические работы			СП 11-104-97
3.1	Привязка буровых скважин	выработка	12	СП 126.13330.2012
4	Механическое колонковое бурение 12 скважин глубиной 4-14 м, погонных метров	скв/п.м.	12/105	РСН 74-88
5	Опробование грунтов	монолит	30	ГОСТ 12071-2014
Полевые работы:				
6	Термонаблюдения в скважинах	т/мес.	3	ГОСТ 25358-2012
7	Испытание натурной сваей	опыт	3	ГОСТ 5686-2012
8	Электрическое зондирование	ф.т.	10	РСН 64-87
9	Измерение разности потенциалов (блуждающие токи)	Изм.	3	РСН 64-87
Лабораторные работы:				
10	Определение гранулометрического состава		30	ГОСТ 12536-2014
11	Определение суммарной влажности		30	ГОСТ 5180-2015
12	Определение влажности на границе раскатывания и текучести		20	ГОСТ 5180-2015
13	Определение плотности грунта		30	ГОСТ 5180-2015
14	Определение плотности частиц грунта		30	ГОСТ 5180-2015
15	Определение временного сопротивления сжатию		12	ГОСТ 12248-2010

№ п/п	Виды работ	Единица измерения	Объем работ	Нормативные документы
16	Определение сопротивление сдвигу по поверхности смерзания		6	ГОСТ 12248-2010
17	Определение удельной касательной силы пучения		6	ГОСТ 27217-2012
Камеральные работы:				
18	Составление отчета	отчет	1	ГОСТ 21.301-2014

1

Камеральная обработка

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

Отчет об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, графиков и т.д.;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов [57].

3.4 Методика проектируемых работ

3.4.1 Сбор и анализ материалов ранее выполненных работ

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

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

По результатам сбора, обработки и анализа материалов изысканий прошлых лет и других данных в программе изысканий и техническом отчете должна проводиться характеристика степени изученности инженерно-геологических условий исследуемой

территории и оценка возможности использования этих материалов, с учетом срока и давности (не более 3 лет), для решения соответствующих проектных задач.

3.4.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка

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

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

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

По результатам инженерно-геологической рекогносцировки составить попикетное описание трассы.

3.4.3 Топогеодезические работы

Топогеодезические работы будут включать в себя тахеометрическую съемку, которая позволяет определить положения точки местности как в плане, так и по высоте одним визированием трубой тахеометра на рейку с нанесенной на нее шкалой. Тахеометрическую съемку целесообразно выполнять электронными или номограммными тахеометрами, позволяющими автоматически получать превышения и горизонтальные проложения. По завершению полевых работ производится планово-высотная привязка скважин и других точек наблюдений. По результатам измерений и вычислений составляется список координат и высот геологических выработок.

Разбивка и привязка скважин, привязка точек геофизических работ производится инструментальными методами с помощью системы GPS.

Общий объем работы составляет 12 точек для привязки горных выработок.

Привязку точек проводить устройством RTK GSM+УКВ База+Ровер Aspovo GX9 + X10 (рисунок 3.4.1).



Рисунок 3.4.1. Геодезический GPS/GNSS комплект.

Готовый к работе комплект RTK GSM+УКВ ровер+база:

1. Ровер Аспово GX9 (220 каналов, Плата Trimble BD970, встроенный GSM+УКВ);
2. База Аспово GX9 (220 каналов, Плата Trimble BD970, встроенный GSM+УКВ)
3. Полевой контроллер X10 с ПО SurvCE;
4. Полный комплект аксессуаров (веха, кейс, штатив, зарядные устройства)

Вычисление координат и высот пунктов должно осуществляться в программном комплексе обработки инженерных изысканий «CREDO-dat».

Результаты работ представляются в составе сводного каталога координат и высот.

3.3.4 Буровые работы

Геолого-технические условия бурения

Буровые скважины на изысканиях проходятся для изучения геологического разреза, отбора образцов грунта на лабораторные испытания, для постановки различного рода опытных работ. В данной работе проектом предусмотрено бурение 12 скважин до глубины 14 метров.

Геологический разрез с поверхности до вскрытой глубины 14 метров сложен суглинком полутвердым до глубины 9 метров, ниже щебенистым грунтом до глубины 12,5 м, на глубине от 12,5 до 14 м залегает базальт прочный.

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

- суглинок полутвердый относится к III категории по буримости;
- щебенистый грунт относится к V категории по буримости;
- базальт прочный к IX категории по буримости;

Сложность инженерно-геологических условий на участке изысканий относится к III категории, условия работ приравниваются к средним. Для бурения можно использовать самоходную буровую установку [1].

Выбор конструкции скважины

Конструкция скважин определяется: минимальным диаметром монолита, глубиной скважины и сложностью геологического разреза, способом, технологией и техникой бурения. По назначению скважины подразделяются на зондировочные, разведочные, гидрогеологические и специального назначения. Исходя из задач, которые необходимо решить при бурении, а именно детально изучить геологический разрез, отобрать образцы грунта, изучить последовательность залегания слоев грунта, их мощность и положение контактов, структурных и текстурных особенностей грунта и т.д., скважины по назначению будут разведочными [2].

Выбор способа бурения

Вид и способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность [1].

Для проходки в мерзлых породах необходимо применять колонковое бурение с очисткой забоя сжатым воздухом.

Основные преимущества колонкового бурения: универсальность, т.е. возможность проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород, возможность получения керна с незначительными нарушениями природного сложения грунта, сравнительно большие глубины бурения, наличие крупного парка выпускаемых промышленностью высокопроизводительных буровых станков как самоходных, так и стационарных, хорошая освоенность технологии бурения и др.

Существенные недостатки колонкового бурения с точки зрения возможности его широкого использования на инженерных изысканиях: малый диаметр скважин, который во многих случаях не позволяет проводить гидрогеологические исследования и испытания грунтов штампами, во всех породах получать 100%-ный выход керна и качественные образцы рыхлого грунта для лабораторных исследований и т.д.

Колонковый способ бурения с продувкой проводится в скважинах малого диаметра в породах любой твердости последовательными рейсовыми углублениями, в основном твердосплавным породоразрушающим инструментом (коронками), с заменой инструмента после подъема снаряда, с передачей крутящего момента с помощью бурильных труб вращателем подвижного типа, без дополнительного рабочего механизма, с низкой частотой вращения, с выносом продуктов разрушения потоком воздуха, с прямой циркуляцией,

создаваемой компрессором на поверхности, с получением керна и транспортированием в колонковой трубе, с закреплением стенок обсадными трубами [2].

Выбор буровой установки и технологического инструмента

Выбор буровой установки производится в соответствии с конструкцией скважины и выбранным способом бурения по ее технической характеристике, основными параметрами которой являются глубина бурения, начальный и конечный диаметры скважины и грузоподъемность лебедки. В соответствии с выбранным способом бурения и выбранной конструкцией скважины можно осуществить выбор буровой установки. Таким образом, для бурения колонковым способом в данных условиях можно использовать буровую установку УРБ-2ДЗ. Установка монтируется на легкое быстроходное плавающее гусеничное шасси с универсальным корпусом МТЛБу (рисунок 3.3.4.1). Техническая характеристика приведена в таблице 3.4.



Рисунок 3.3.4.1. Буровая установка УРБ-2ДЗ на шасси МТЛБу.

Буровое оборудование УРБ-2ДЗ применяется для различного вида бурения, бурение производится с дополнительной продувкой и промывкой, благодаря двойному компрессору имеет возможность точно находить требуемый уровень в конкретной точке, также возможность бурения глубину свыше 300 м.

Таблица 3.4 Техническая характеристика буровой установки УРБ-2ДЗ

Диаметр бурения, мм	
начальный гидрогеологических скважин	450
конечный гидрогеологических в мягких породах	294
конечный гидрогеологических в твердых породах	190
начальный геофизических и структурных скважин	190
конечный геофизических	118
конечный структурных	93
Конечный шнеками	150
Компрессор К-5А	5
Производительность компрессора (м ³ /мин)	
Наибольшее избыточное давление на выходе компрессора (МПа)	

Породоразрушающими инструментами будут являться ребристые твердосплавные коронки типа М5 диаметром 112 и 132 мм, для бурения пород III - V категории по буримости, и СА-6 для бурения пород IX категории по буримости. Характерной особенностью бурения этими буровыми коронками являются высокие механические скорости и, как следствие, образование большого количества крупного шлама.

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

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

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

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

Кроме того, как уже отмечалось выше для закрепления стенок скважин будут использоваться обсадные трубы. В данном случае будут использоваться обсадные трубы с диаметром 127 мм до глубины 14,2 м с поверхности.

Технология бурения скважин

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

Диаметр бурильных труб следует брать таким, чтобы отношение площадей сечений кольцевого пространства скважины и канала в бурильных трубах приближалось к единице. Необходимо избегать ступенчатого ствола скважины, так как в местах его расширения уменьшается скорость восходящего потока воздуха в кольцевом зазоре между стенками скважины и колонной штанг должна быть в пределах 8-12 м/с. Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент примерно та же, что и при бурении с промывкой. Частоту вращения снаряда поддерживают в пределах до 120-280 об/мин, осевая нагрузка до 10 кН. Для бурения скважин с продувкой необходимо применять передвижные компрессоры с подачей воздуха до 10 м³/мин и давлением до 0,8-1 МПа.

Выход керна должен составить не менее 70%.

Технология бурения должна соответствовать геолого-техническому наряду, приведенному в графическом приложении 4.

3.4.5 Опробование грунта

Опробованием называется комплекс работ, дающий возможность получить обобщенные показатели состава, состояния и свойств массива пород с заданной точностью и надежностью, отвечающей степени изученности пород, стадии исследования и классу сооружений.

Отбор из разведочных выработок образцов горных пород с ненарушенным сложением является составной частью опробования [33].

Способ отбора образцов мерзлых пород для определения величины льдистости (суммарной влажности, W_{tot}) зависит от криогенной текстуры опробуемых инженерно-геологических элементов. В дисперсных однородных по составу породах с массивной криогенной текстурой используется точечный способ отбора образцов. Специально отбираются пробы мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями (влажность минеральных прослоев, W_m).

Отбор образцов многолетнемерзлых грунтов из горных выработок и естественных обнажений, а также их упаковку, доставку в лабораторию и хранение следует производить в соответствии с ГОСТ Р 12071-2014 [12]. Транспортировка образцов многолетнемерзлых грунтов должна осуществляться в изотермических контейнерах, конструкция которых обеспечивает сохранение грунтов в мерзлом состоянии.

Отбор образцов

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

Отбор образцов выполняют в объеме, обеспечивающем разделение разреза на инженерно-геологические элементы. Общее количество образцов должно быть достаточным для получения статистически обеспеченных характеристик выделенных инженерно-геологических элементов согласно ГОСТ 20522-2012 [10].

Упаковка образцов

На этикетке необходимо указать: наименование организации, проводящей изыскания, наименование объекта (участка), наименование выработки и ее номер, номер образца, глубину отбора образца, краткое описание грунта (визуальное), должность и фамилию лица, проводящего отбор образцов, и его подпись, дату отбора образца.

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

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

Допускается использовать мобильные морозильные камеры и современные изотермические контейнеры (термоконтейнеры) согласно их техническим характеристикам (в том числе с аккумуляторами холода), при обеспечении отрицательной температуры в течение необходимого количества времени.

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

В качестве заполнителя используют влажные (для монолитов немерзлого грунта) или сухие (для монолитов мерзлого грунта) древесные опилки, стружку или аналогичные им по свойствам материалы (листы пенопласта, воздушно-пузырчатая полиэтиленовая пленка).

Под крышку ящика следует положить ведомость образцов, завернутую в полиэтиленовую пленку или целлофановый пакет. Ящики надлежит пронумеровать, снабдить надписями "Верх", "Хрупкое" или "Не бросать" (особенно если перевозят сторонние организации), а также адресами получателя и отправителя [7].

Транспортирование и хранение образцов

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

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

Срок хранения мерзлых грунтов монолитов не должен превышать 1 месяц с момента отбора до начала лабораторных испытаний в помещениях или камерах [7].

3.4.6 Полевые испытания

Полевые измерения температуры грунтов должны проводиться по программе, соответствующей требованиям ГОСТ 25358-2012 [21], в целях:

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

Для изучения геокриологических условий проектируется оборудовать 3 скважины глубиной 14, 7, 4 м. для замера температуры грунтов в соответствии с ГОСТ 25358-2012 [21]. Измерения температуры проводить после 12-дневной выстойки скважины, прибором БПИ-ТП с термокосой, интервал между датчиками 1 м.

Испытания грунтов натурной сваей

Согласно СП 25.13330.2012 [21] для определения деформационных характеристик оснований грунта, а также несущей способности сваи и основания необходимо проведение испытаний свай статической вдавливающей нагрузкой.

На данном участке работ, согласно СП 24.13330.2011 проектом заложено 3 точки испытания натурной сваей [66].

При испытаниях нагрузкой свай, места испытаний должны быть наиболее характерными для площадки проектируемого свайного фундамента, и одна из испытываемых свай должна находиться в месте с предположительно наихудшими грунтовыми условиями.

Испытания сваями необходимо проводить в соответствии с п.9 ГОСТ 5686-2012 [14] «Испытания многолетнемерзлых грунтов статическими вдавливающими и выдергивающими нагрузками».

Испытания многолетнемерзлых грунтов следует начинать только после полного вмерзания испытываемой сваи в грунт. При этом средняя температура по длине сваи не должна быть выше температуры окружающего грунта или температуры, предусмотренной программой испытаний.

Нагружение испытываемой сваи проводят равномерно, без ударов, ступенями нагрузки, значение которых определяется программой испытаний, но принимается не более 1/5 заданной в программе наибольшей нагрузки на сваю для первых трех ступеней и 1/10 - для последующих ступеней нагружения.

На каждой ступени нагружения снимают отсчеты по всем приборам для измерения деформаций в такой последовательности: нулевой отсчет - перед нагружением сваи, первый отсчет - сразу после приложения нагрузки, затем последовательно: через 30 мин, 1; 2; 4; 8; 16 и 24 ч и далее с интервалом 24 ч.

Каждую ступень нагружения выдерживают до условной стабилизации деформации (осадки, выхода) сваи, но не менее 24 ч.

Разгрузку сваи после окончания испытания проводят ступенями, равными удвоенным значениям ступеней нагрузки. Продолжительность ступени разгрузки принимают не менее 15 мин.

Нагрузка должна быть доведена до значения, при котором осадка (выход) сваи развивается с увеличивающейся скоростью. При этом нагрузка не должна превышать наибольшую нагрузку на сваю, предусмотренную программой испытаний.

Удельную касательную силу морозного пучения определяют как отношение измеренной при испытаниях на специальных установках максимальной касательной силы морозного пучения, действующей на образец фундамента, к площади его боковой поверхности, находящейся в промерзающем грунте. Удельную касательную силу морозного пучения определяют в целях назначения глубины заложения и выбора типа фундамента сооружения. Данное определение требуется для ИГЭ-1.

Геофизические исследования

Мощность вечномерзлых толщ определяется в основном геофизическими методами (вертикальное электроразведание).

В скважинах, не прошедших толщу мерзлых пород на полную мощность, их нижнюю границу можно устанавливать по температурным кривым. Однако экстраполяция температурных кривых верхних горизонтов мерзлых толщ на нижние не всегда правомерна, поэтому пользоваться этим методом следует ограниченно. Наибольшей разрешающей способностью при изучении мерзлых и талых грунтов обладает электроразведка методом сопротивлений, преимущества которой сводятся к следующему:

- применимости в районах, сложенных любыми грунтами;
- наличие хорошо разработанной методики полевых работ и приемов интерпретации результатов наблюдений;
- сравнительно высокой производительности и мобильности.

Методы сопротивлений подразделяются на электропрофилирование (ЭП) и вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ).

Электропрофилирование служит для решения следующих задач:

- выявление субвертикальных и наклонных границ между мерзлыми и талыми породами;
- изучение характера залегания верхней поверхности мерзлых пород;
- выявление пластовых и повторно-жильных льдов;
- разграничение участков мерзлых пород с различной льдистостью;
- определение границ погребенных долин;
- выявление и прослеживание зон повышенной трещиноватости;
- установление границ распространения и прослеживание поверхности скольжения оползневого тела;
- определение уровня подземных вод (сезонных).

Метод ВЭЗ позволяет решать следующие задачи:

- определение глубины залегания верхней и нижней границ распространения мерзлых пород и межмерзлотных таликов;
- выявление в мерзлых толщах наиболее льдонасыщенных горизонтов, пластовых и повторно-жильных льдов;
- изучение литологических особенностей пород мерзлой толщи;

- определение удельных сопротивлений пологопадающих (от 20 до 25°) слоев талых и мерзлых грунтов;
- литологическое расчленение массива талых грунтов по глубине (в русле и по берегам);
- определение положения и характера кровли массива скальных и полускальных грунтов;
- картирование погребенных долин;
- определение преобладающего направления вертикальных и крутопадающих трещин в скальных породах;
- установление мощности оползневого тела, локализация обводненных зон;

разведка строительных материалов и дренирующих грунтов..

На трассе линии электропередачи геофизические исследования выполнялись с целью установления геоэлектрического разреза, определения удельного электрического сопротивления грунтов для проектирования заземляющих устройств, коррозионной агрессивности грунтов и наличия блуждающих токов в земле.

Исходя из поставленной задачи, были выбраны основные методы геофизических исследований, которые смогли самостоятельно решить поставленные задачи. И которые основаны на существенном различии контактирующих пород по свойствам, определяющим структуру и интенсивность исследуемого поля, это электроразведка методом сопротивлений (вертикальное электрическое зондирование с установкой Шлюмберже), методом естественного поля.

Вертикальное электрическое зондирование выполнялось симметричной 4-х электродной установкой по схеме AMNB, где АВ питающая линия, MN – измерительная (приемная). Длина питающей линии увеличивалась до 260 м и обеспечила глубину исследования до 20-25 м. Измерительная линия имела три фиксированных положения: M1N1=1.0м, M2N2=8.0м, M3N3=40.0м. Переход с одной приемной линии на другую («ворота») были сделаны на разносах $AB/2=20-30$ м и 60–80 м, что обеспечило устойчивое измерение сигнала. Ток в питающей линии составлял 5-10 мА. Значения тока и разности потенциала dU сохранялись в памяти измерителя и дублировались в полевом журнале. Направление разносов выбиралось на месте таким образом, чтобы обеспечить выполнение зондирования с максимальными разносами (рисунок 3.4.6.1).



Рисунок 3.4.6.1. Проведение измерений на точке В-41

При выполнении ВЭЗ использовался: Комплекс электроразведочный измерительный «Рутил-1» (рисунок 3.4.6.2), который предназначен для проведения геофизических исследований. В комплексе впервые реализована, не имеющая аналогов, функция отображения на встроенном дисплее результатов измерений в графическом и табличном виде. Что позволяет построить график измерений и оценить результаты полученных данных на месте работ, без построения графика на бумаге. Это в несколько раз сокращает время измерения и проверки достоверности данных и значительно повышает качество данных. В комплексе имеется автоматический режим задания величины тока генератора. Особенностью автоматического режима является то, что необходимое значение тока устанавливается самим блоком регистратора, исходя из требований минимального напряжения на входе измерителя. При измерениях использовался автоматический режим, который значительно сокращал время, необходимое для согласования генератора тока с сопротивлением разреза. Высокостабильный генератор тока мощностью 100 Вт с выходным напряжением до 700 В позволял проводить измерения при больших разносах электродов, тем самым увеличивая возможности и производительность операторов.



Рисунок 3.4.6.2. Комплекс электроразведочный измерительный «Рутил-1»

Комплекс электроразведочный измерительный «Рутил-1» произведен компанией «Тринтек», г. Воронеж. Кроме этого, при производстве геофизических исследований использовались электроды стальные – питающие, медные – приемные, кабель ГПСМПО и ГПСМП, катушки электроразведочные.

Электроразведочные работы выполнялись для определения наличия блуждающих токов в земле. В качестве измерительного прибора использовался комплекс электроразведочный измерительный «Рутил-1». Измерения разности потенциалов между двумя точками земли выполнялись по двум взаимно перпендикулярным направлениям при разnose измерительных электродов на 100 м. В качестве заземлений применялись латунные электроды. Значения разности потенциала dU сохранялись в памяти измерителя и фиксировались визуально с интервалом 10 секунд в течение 10 минут, в полевом журнале.

При производстве геофизических исследований соблюдались технические требования, изложенные в нормативных документах: СП 11.105.97 часть VI [66], РСН 64-87 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка [54].

3.4.7 Лабораторные испытания

В случае невозможности доставки в лабораторию образцов грунта в мерзлом состоянии следует предусматривать организацию полевой лаборатории в непосредственной близости от места отбора.

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств, для определения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [6]. При производстве лабораторных работ руководствуются нормативными документами.

Определение физических характеристик следует производить в соответствии с ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы определения физических характеристик [9].

Определение суммарной влажности мерзлого грунта.

Суммарной влажностью называется отношение массы всех видов воды в мерзлом грунте к массе скелета грунта.

Точечный метод применяется для определения суммарной влажности мерзлых глин, суглинков, супесей, песков, характеризующихся массивной криогенной текстурой, и для определения влажности минеральных прослоек (или минеральных агрегатов) w_m , заключенных между ледяными слоями или ограниченными перемычками льда.

Точечный метод включает определение влажности в некоторой «точке» слоя грунта. Имеется в виду некоторый малый объем грунта, не превышающий нескольких сантиметров в любом направлении. Пробы грунта с массивной криогенной текстурой отбираются по глубине через определенные интервалы и помещаются в тарированные металлические бюксы. Пробу грунта высушивают до постоянной массы. Взвешивание производят с точностью до 0,01 г. После отбора пробы грунта бюкс обматывается изоляцией, которую снимают при его взвешивании. Взвешивать необходимо в тот же день, когда производится отбор пробы грунта. Минимальная навеска для определения суммарной влажности тонкодисперсных или песчаных грунтов должна быть не менее 30 г. Количество проб и частота их отбора по глубине разреза определяются задачами исследования. Обычно в однородных по составу грунтах с массивной криогенной текстурой с каждого метра разреза отбираются 3–4 пробы грунта. При содержании в грунтах органических остатков менее 10 % от массы сухого грунта допускается ускоренное высушивание мерзлого грунта при температуре 200–250 градусов (первичное – в течение 1 ч, повторное – 30 мин)

Определение плотности мерзлого грунта методом взвешивания в нейтральной жидкости.

Плотность мерзлых грунтов определяется методом взвешивания в нейтральной жидкости. Определяют плотность нейтральной жидкости ареометром при температуре

испытания. Образец грунта и нейтральная жидкость должны иметь отрицательную температуру.

Рекомендуется использовать метод совмещенного определения основных физических характеристик мерзлых грунтов, предложенный Г.П. Мазуровым. Метод позволяет на одном образце мерзлого грунта определять плотность, суммарную влажность и суммарную льдистость.

Влажность на границе текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус погружается под действием собственного веса за 5 сек. на глубину 10мм (метод балансирного конуса).

Влажность на границе раскатывания (пластичности) следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм (метод раскатывания жгутиков).

Плотность грунта определяется отношением массы образца грунта к его объему методом режущего кольца.

Плотность частиц грунта определяется пикнометрическим методом. Пикнометр взвешивается с водой налитой до отметки, затем взвешивают вместе с грунтом, потом кипятят 30 минут. Охлаждают, добавляют воды по нижнему краю мениска и опять взвешивают. Затем на основании вычисленных данных определяется удельный вес.

Гранулометрический состав следует определять в соответствии с ГОСТ 12536-2014 [12] ареометрическим методом.

Вычисляемые физические характеристики мерзлых грунтов

Лабораторные определения *характеристик прочности* грунтов проводятся в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [11] такими методами как:

- метод одноосного сжатия;
- испытания методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания;
- метод компрессионного сжатия.

Метод одноосного сжатия

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

Испытания грунтов на одноосное сжатие выполнять прибором АСИС ГТ 0.5.2. Приспособление на одноосное сжатие предназначено для испытаний образцов дисперсных и мерзлых грунтов по ГОСТ 12248-2010.

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



Рисунок 3.4.7.1. Прибор одноосного сжатия ГТ 0.5.2, входящее в автоматизированный испытательный комплекс «АСИС-6» (Криология)

Метод одноплоскостного среза по поверхности смерзания

Испытание мерзлого грунта методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом фундамента или другим твердым материалом Raf, сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с другим грунтом или грунтовым раствором Rsh, сопротивления срезу льда по поверхности смерзания с грунтом или грунтовым раствором Rsh,i.

Испытание проводить автоматизированный испытательный комплекс АСИС позволяющим испытывать образцы грунта в условиях одноплоскостного среза.

В процессе испытаний осуществляется автоматическое управление вертикальной и сдвиговой нагрузками, измерение вертикальных деформаций и деформаций сдвига. Испытания мерзлого грунта на сдвиг по поверхности смерзания.



Рисунок 3.4.7.1. Автоматизированный испытательный комплекс АСИС
одноплоскостного среза (Криология)

Метод компрессионного сжатия

Испытание пластично-мерзлого грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения следующих характеристик деформируемости: коэффициента сжимаемости пластично- мерзлых грунтов m_f , сжимаемости при оттаивании m для песков (кроме гравелистых и сыпуче-мерзлых), глинистых грунтов.

В процессе испытания осуществляется автоматическое приложение вертикальной нагрузки, измерение вертикальных деформаций



Рисунок 3.4.7.1. Автоматизированный испытательный комплекс АСИС компрессионного
сжатия (Криология)

Метод определения удельной касательной силы и относительного морозного пучения

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

АСИС позволяет в автоматизированном режиме определить степень пучинистости грунтов в лабораторных условиях.

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



Рисунок 3.4.7.1. Автоматизированный испытательный комплекс АСИС – морозное пучение (Криология)

3.4.8. Камеральные работы

Камеральная обработка материалов должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СП 47.13330.2012 [57], ГОСТ 20522.2012 [10]. Чертежи оформляются с использованием программ «AutoCAD 2017» и «Microsoft Office».

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

Текущую обработку материалов необходимо производить с целью обеспечения контроля за полнотой и качеством инженерно-геологических работ и своевременной

корректировки программы изысканий в зависимости от полученных промежуточных результатов изыскательских работ.

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

При окончательной камеральной обработке производится уточнение и доработка представленных предварительных материалов (в основном по результатам лабораторных исследований грунтов), оформление текстовых и графических приложений и составление текста технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 [57] предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

Результатом обработки данных полевых и лабораторных работ является инженерно-геологическое заключение с текстовыми и графическими приложениями, которые в соответствии с требованиями СП 11.105.97 часть IV [66], содержат:

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

Глава 4. Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий под строительство участка трассы ЛЭП 110 кВ

Территория изысканий расположена в Таймырском (Долгано-Ненецком) районе, в северо-западной части Сибирской. Связь с другими районами осуществляется авиатранспортом и за счет круглогодичной навигации через моря Арктического бассейна и речной (по реке Енисей) для связи с югом Сибири.

Общий рельеф равнинный, местами нарушается небольшими возвышенностями, скальными грядами, платообразными поднятиями, покрытыми осыпями. Почти вся территория – тундра полярная, типичная, кустарничковая, на юге – узкая полоса лесотундры.

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий г.Норильск и составление проекта инженерных изысканий под строительство промышленных объектов.

4.1 Производственная безопасность

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

- топогеодезические работы;
- буровые работы;
- опробование грунтов;
- полевые работы;
- лабораторные работы;
- камеральные работы.

Обработка материалов изысканий будет проводиться на компьютере в камеральных условиях. На основе запроектированных работ выявлены источники потенциальной опасности, распознавание которых проведено на основании ИОТ 12-2008 [46].

Источники опасных и вредных факторов, формирующиеся при производстве данных видов работ и соответствующие каждому этапу изысканий представлены в таблице 3.1.

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

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-15) [31]		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой (на открытом воздухе)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Топогеодезические работы (планово-высотная привязка 2 точек) 2. Буровые работы; 3. Опробование грунтов (отбор образцов нарушенного и ненарушенного сложения, проб воды); 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 2. Электрический ток 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Превышение уровней шума и вибрации 3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися 	ГОСТ 12.2.003-91[23] ГОСТ 12.1.038-82[31] Р 2.2.2006[49] ГОСТ 12.1.030-81[30] ГОСТ 12.1.003-14[19] ГОСТ 12.1.012-04 [20]
Камеральный и лабораторный (в закрытом помещении)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лабораторные работы: <ul style="list-style-type: none"> • Определение физико-механических, прочностных показателей свойств грунтов • Гранулометрических состав • Определение коэффициента выветрелости и истираемости • Определение агрессивности грунтов • Стандартный анализ воды для инженерно-геологических целей 2. Камеральные работы: <ul style="list-style-type: none"> • обработка материалов буровых работ • обработка лабораторных работ • обработка полевых испытаний грунтов • расчет прочностных и деформационных показателей 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический ток 2. Статическое электричество 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений 4. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны 5. Превышение уровней шума 6. Монотонность труда 7. Умственное перенапряжение 	ГОСТ 12.1.003-14 [19] ГОСТ 12.1.005-88 [22] СНиП 21-01-97 [53] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[42] Р 2.2.2006-05 [49] ГОСТ 12.1.038-82[31] ГОСТ 12.1.030-81[30] СанПиН 2.1.6.1032-01[37] СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03[41] СанПиН 2.2.4.1191-03[38] СН 2.2.4/2.1.8.562-96[55] СанПин 2.2.4.548-96 [40]

Примечание: Пожарная и взрывная безопасность рассматриваются в разделе 4.3.1.

4.1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, обрушающиеся горные породы

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. Скважины будут буриться колонковым способом установкой УРБ 2А2-Д. Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждого поступающего на работу человека, обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечить медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [23].

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

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

Свинчивание и развинчивание породоразрушающего инструмента и извлечение керна из подвешенной колонковой трубы разрешается при следующих условиях:

- труба подвешена на вертлюг-пробке, кольцевом или полуавтоматическом элеваторе при закрытом и зафиксированном защелкой затворе;
- труба должна удерживаться на весу тормозом лебедки;
- расстояние от нижнего конца трубы до поверхности земли не более 0,2 м.

При извлечении керна из колонковой трубы запрещается:

- проверять рукой положение керна в подвешенной колонковой трубе и поддерживать ее руками снизу;
- извлекать керн встряхиванием колонковой трубы лебедкой станка, нагревом трубы на открытом огне, нагнетанием в колонковую трубу жидкости буровым насосом или воздуха компрессором.

Разница в длине свечей бурильных труб допускается не более 0,5 м, причем свечи минимальной длины должны выступать над уровнем рабочей площадки (полатей) не менее чем на 1,2 м, а свечи максимальной длины - на 1,7 м.

Запрещается:

- работать на буровых станках со снятыми или неисправными ограждениями шпинделя, низа ведущей трубы, барабана лебедки, передач привода;
- пользоваться патронами шпинделя с выступающими головками болтов;
- поднимать и опускать бурильные, колонковые и обсадные трубы со скоростью более 1,5 м/сек;
- перемещать в шпинделе бурильные трубы во время вращения шпинделя и при включенном рычаге передачи;
- свинчивать и развинчивать трубы во время вращения шпинделя;
- переключать скорости лебедки и вращателя, а также переключать вращение с лебедки на вращатель и обратно до их полной остановки
- заклинивать рукоятки управления машин и механизмов.

При перерывах в работе бурильные трубы должны быть подняты на высоту, исключающую возможность их прихвата [34].

Согласно ГОСТ 12.2.061-81 [24] и ГОСТ 12.2.062-81 [25] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-15 [32] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [27].

Электрический ток

Электронасыщенность современного геологоразведочного производства (электрические установки, приборы, агрегаты) формируют электрическую опасность. Кроме того, в полевых условиях опасным фактором при работах является электрический ток при грозе (сила тока их достигает 100 кА, длительность 0.1 сек, напряжение разряда до 150 МВ).

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает *термическое, электролитическое и биологическое* действие.

Различают три ступени воздействия тока на организм человека и соответствующие им три пороговых значения: осязаемое (сила переменного тока - 0,6-1,5 мА; постоянного – 6-7 мА), неотпускающее (10-15 мА; 50-70 ма) и фибрилляционное (100 мА; 300 мА). Наибольшую опасность представляет собой ток с частотой от 50 до 1000 Гц, при дальнейшем повышении частоты опасность поражения уменьшается и полностью исчезает при частоте 45-50 кГц.

Основными способами и средствами электрозащиты являются: изоляция тонкопроводящих частей и контроль, установка оградительных устройств, использование знаков безопасности, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Необходимо использование средств индивидуальной защиты: спецодежда, резиновая обувь и диэлектрические резиновые перчатки, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [27].

Лабораторный и камеральный этапы

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, то есть соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038–82 [31] устанавливаются предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

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

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [48], относится к помещениям *без повышенной опасности* поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность:

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

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и камерального помещения; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение

недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

Статическое электричество

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

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 [26] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП $E_{пред}$ равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно наведением зарядов противоположного знака, изготовлением трущихся поверхностей из однородных материалов.

Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися

Повреждения в результате контакта с насекомыми, *пресмыкающимися*, и животными могут представлять реальную угрозу здоровью человека. Наиболее опасными являются укусы зараженного клеща. При заболеваниях энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Примерно у 50% больных, перенесших клещевой энцефалит, надолго сохраняется паралич мышц, шеи и рук.

Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного раза в два часа и своевременному выполнению вакцинации. Противоэнцефалитные прививки создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на целый год. Существует несколько групп средств индивидуальной защиты от нападения клещей:

- репелленты – препараты, отпугивающие клещей. Данные средства наносятся на одежду и на открытые участки тела, при этом достигается защита от нападения кровососущих насекомых – комаров, мошек, слепней, мышей. Примерами репеллентов могут быть "ДЭФИ-Тайга", "Офф! Экстрим", "Галл-РЭТ", "Гал-РЭТ-кл", "Дэта-ВОККО", "Рефтамид».

- акарициды – препараты, вызывающие гибель клещей. Это "Рефтамид таежный", "Пикник-Антиклещ", "Гардекс аэрозоль экстрим", и другие. Акарицидные средства содержат в своем составе перетроиды и используются только для обработки верхней одежды. Применение

данных препаратов в соответствии с инструкцией обеспечивает эффективную защиту от клещей до 15 суток [77].

4.1.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года..

Полевые работы по объекту планируется проводить в сентябре.

Климат района резко континентальный и характеризуется отрицательной среднегодовой температурой воздуха.

Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов предусматриваются следующие виды средств индивидуальной защиты:

- спецодежда (три слоя),
- специальная обувь (ботинки зимние, утепленные)
- средства защиты рук (зимние, шерстяные, утепленные)
- головные уборы (шапки, шарфы).

Превышение уровней шума и вибрации

В результате исследований установлено, что действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 (табл.3.12) [19].

Таблица 3.2

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [19]

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

Источником вибрации является буровая установка и установка динамического зондирования.

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-90 [20].

Таблица 3.3

Гигиенические нормы уровней виброскорости [20]

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31.5	63	125	250	500	1000
Транспортная	132	123	114	108	107	107	107	-	-	-	-
Транспортно-технологическая		117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая		108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная вибрация		-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- Замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.
- Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
- Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

- Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.
- Правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1 – 1,5 часа работы); активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие.
- Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [21].

Лабораторный и камеральный этапы

Отклонение показателей микроклимата помещений

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

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [40].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [40]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления.

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета $50\text{—}60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ЭВМ должны проектироваться исходя из 90 %-ной циркуляции.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочем помещении представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.4

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений
(СанПиН 2.2.4.548-96 [40])

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт}	Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт}			Если t° < t° _{опт}	Если t° > t° _{опт}
Холодный	Па	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	Іб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Па	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	Іб	20,0-21,9	24,1-28,0	15,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Примечание: К категории Па относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/час, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

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

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

Для искусственного освещения помещений следует использовать светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80. Светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, КПД = 75 %, светораспределение прямое.

Согласно действующим Строительным нормам и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест, а для естественного и совмещенного - коэффициент естественной освещенности (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,5 %. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности - это СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [41].

Нормы освещенности зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем. При этом освещенность, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять 10% от нормируемой, но не менее 300 -500 лк, а комбинированная - 750 лк.

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещенности. Так, для ограничения неблагоприятного действия пульсирующих световых потоков газоразрядных ламп установлены предельные значения коэффициентов пульсации освещенности рабочих мест в пределах 10-20% в зависимости от разряда зрительной работы. Рекомендуемая освещенность для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами - 400 лк (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03) [42].

Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения

Оценка опасности воздействия магнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 [34]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 мГц являются напряженности E и H электромагнитного поля.

Превышение уровня шума на рабочем месте

В лабораторном этапе выполнения инженерно-геологических исследований, шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003-14 [19].

Таблица 3.5 Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [19]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения лабораторий для проведения экспериментов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

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

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

Монотонность труда и умственное перенапряжение

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

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05 [49].

Количественной оценкой умственного труда является степень нервно-эмоциональной напряженности.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [49] 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.

В соответствии с суточным циклом организма наивысшая работоспособность отмечается в утренние (с 8 до 12) и дневные (с 14 до 17) часы. В дневное время наименьшая работоспособность, как правило, отмечается в период между 12 и 14 ч, а в ночное время – с 3 до 4 ч. С учетом этих закономерностей определяют сменность работы предприятий, начало и окончание работы в сменах, перерывы на отдых и сон.

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия:

- чередование периодов работы и отдыха
- двукратный отпуск в течение одного года работы
- целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд

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

4.2 Экологическая безопасность

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

Безопасность экологическая - состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

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

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

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

Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими:

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

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

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия:

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

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой жертвы, ущерб здоровью или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

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

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

- по происхождению (антропогенные, природные);
- по продолжительности (кратковременные затяжные);

- по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);
- по масштабу распространения.

4.3.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

На проектируемом участке могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

Техногенного характера:

1. Крушения и аварии товарных поездов.
2. Авиационные катастрофы в аэропортах и населенных пунктах
3. Пожары (взрывы) в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения.
4. Аварии на канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ.

Природного характера:

1. Землетрясения,
2. Сели,
3. Абразия, эрозия,
4. Цунами,
5. Сильное волнение (5 баллов и более),
6. Сильное колебание уровня моря,
7. Высокие уровни вод (наводнения),
8. Лесные пожары и так далее.

Одним из самых опасных факторов, развитых на участке является сейсмическая активность.

Интенсивность землетрясения оценивается по 12-ти бальной сейсмической шкале (MSK-86), для энергетической классификации землетрясений пользуются магнитудой.

К защитным мероприятиям при землетрясении относятся постоянно проводимые мероприятия, основанные на сейсмическом районировании: ограничение землепользования, укрепление сооружений и сейсмостойкое строительство, демонтаж недостаточно сейсмостойких сооружений, ограничения в размещении внутри зданий опасных или легко повреждаемых объектов, подготовка мероприятий, основанных на прогнозе момента землетрясения/

4.4 Пожарная и взрывная безопасность

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

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

Пожары на промышленных предприятиях, нефтегазопромыслах, на транспорте, в быту представляют большую опасность для людей и причиняют огромный материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Основными причинами пожаров на производстве являются:

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

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной взрывной относятся к категории В – пожароопасное (согласно НПБ 105-03 [47]). Горючие и трудно горючие твердые материалы (в том числе пыли и волокна, мебель), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

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

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» согласно ГОСТ 12.1.004-91 [36].

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае возгорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [36]:

1. Огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з) 2 шт.

2. Ведро пожарное	2 шт.
3. Багры	3 шт.
4. Топоры	3 шт.
5. Ломы	3 шт.
6. Ящик с песком, 0,2 м ³	2 шт.

Согласно СНиП 21-01-97 [53] эвакуационными выходами считаются такие, которые ведут: а) из помещений первого этажа непосредственно (или через коридор, вестибюль, лестничную клетку) наружу; б) из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую выход наружу; в) из помещения в соседние помещения в том же этаже, обеспеченные выходами наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку.

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

4.5 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющих противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. При возникновении несчастного случая пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медицинский пункт, а также сообщить о случившемся руководителю подразделения.

Рабочий несет ответственность за:

1. Соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;
2. Выполнение требований инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаро и электробезопасности;
3. Качественное выполнение работ;
4. Сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;
5. Аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций по охране труда.

Глава 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Таблица 5.1 Общие сведения

1.1 Полное наименование объекта	Участок трассы ВЛ 110 кВ «Надежда» - ГПП-74»
1.2 Вид строительства	Новое строительство
1.3 Цели и виды инженерных изысканий	Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка изысканий на стадии РД. Комплекс инженерных изысканий: геодезических, геологических, опытных работ проводится для принятия обоснованных конструктивных и строительных проектных решений, обусловленных природными факторами, влияющими на условия производства работ и дальнейшую эксплуатацию объекта на выбранном участке
1.4 Основание на производство инженерных изысканий	Задание на проектирование
1.5 Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства	Стадия рабочая документация.
1.6 Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях	Инженерно-геологические изыскания, выполненные АО «КБК» на смежном участке для объектов металлургии и заводской инфраструктуры в 2010 – 2016 году.
1.7 Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности (по ГОСТ Р 54257-2010)	Участок трассы ВЛ 110 кВ, сооружение II уровня ответственности
1.8 Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	СП 11-105-97; СП 47.13330.2012; и др. действующие нормативные документы
1.9 Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимых данных и характеристик при инженерных изысканиях для строительства	Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов следует устанавливать в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011 (при расчетах по деформациям – 0.85 и по несущей способности – 0.95)
1.10 Требования к отчетной документации	Состав и содержание технического отчета регламентируется СП 47.13330.2012. Форма предоставления отчетных материалов оговариваются в договорной документации

Объемы проектируемых работ

Для определения продолжительности проектируемых работ необходимо определить, прежде всего, время на выполнение отдельных видов работ по проекту и спланировать их параллельное или последовательное выполнение. В основе расчётов лежит сводная таблица видов и объемов работ (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Сводная таблица видов и объемов работ

№ п/п	Виды работ	Единица измерения	Объем работ	Нормативные документы
1	Сбор и анализ материалов ранее выполненных работ	день	1-2	СП 47.13330.2012
2	Инженерно-геологическая рекогносцировка	метров	300	СП 47.13330.2012
3	Топогеодезические работы			СП 11-104-97
3.1	Привязка буровых скважин	выработка	12	СП 126.13330.2012
4	Механическое колонковое бурение 12 скважин глубиной 4-14 м, погонных метров	скв/п.м.	12/105	РСН 74-88
5	Опробование грунтов	монолит	30	ГОСТ 12071-2014
Полевые работы:				
6	Термонаблюдения в скважинах	т/мес.	3	ГОСТ 25358-2012
7	Испытание натурной сваей	опыт	3	ГОСТ 5686-2012
8	Электрическое зондирование	ф.т.	3	РСН 64-87
9	Измерение разности потенциалов (блуждающие токи)	Испытан.	3	РСН 64-87
Лабораторные работы:				
10	Определение гранулометрического состава		30	ГОСТ 12536-2014
11	Определение суммарной влажности		30	ГОСТ 5180-2015
12	Определение влажности на границе раскатывания и текучести		20	ГОСТ 5180-2015
13	Определение плотности грунта		30	ГОСТ 5180-2015
14	Определение плотности частиц грунта		30	ГОСТ 5180-2015
15	Определение временного сопротивления сжатию		12	ГОСТ 12248-2010
16	Определение сопротивление сдвигу по поверхности смерзания		6	ГОСТ 12248-2010
17	Определение удельной касательной силы пучения		6	ГОСТ 27217-2012
Камеральные работы:				
18	Составление отчета	отчет	1	ГОСТ 21.301-2014

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

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

Подготовительный период

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

Начальник отряда – 1 человек на 0,3 месяца

Машинист буровой установки – 1 человек на 0,3 месяца

Техник-геолог – 1 человек на 0,3 месяца

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

Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы проектируются для выноса в натуру, инструментальной плановой и высотной привязки горных выработок и мест проведения полевых испытаний. Общее количество точек, подлежащих выносу в натуру и привязке, составляет 12 точек.

Таблица 5.3. Затраты времени на топогеодезические работы

№п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём(бр.-дн.)
1	Планово-высотная привязка	точка	12	0,11	ССН-93 вып.9, табл. 6	1,32
Итого:						1,32

Таблица 5.4. Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 51	0,3	3,6
Техник геодезист I категории		0,11	1,32
Замерщик 3 разряда		0,11	1,32
Итого:			6,24

Буровые работы

В данном проекте буровые работы необходимы для составления геологического разреза и отбора проб грунтов с целью изучения их состава, состояния и физико-механических свойств в лабораторных условиях. Бурение инженерно-геологических скважин, планируется

осуществлять буровым станком УРБ-2ДЗ, колонковым способом диаметром 132, 112 мм. Опробование производится ненарушенной структурой, интервал опробования 1 м.

Проектом предусматривается бурение 12 скважин глубиной до 14 м, 10 м и 4 м. Общий объем буровых работ составит 105 п. м.

Таблица 5.5 Затраты времени на буровые работы

№п.п	Виды работ	Категория пород	Объем работ	Нормы времени (станко-смена/м)	Источник нормы	Затраты времени на объем (ст.-см.)
1	Колонковое бурение скважин	III	72	0,06	ССН-93	4.32
		V	21	0,10	вып.5,	2.1
		IX	12	0.19	табл. 5	2.28
2	Крепление скважин обсадными трубами	III V	93	0,03	ССН-93 Вып.5, табл.180	2.79
3	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		12 скв.	0,65	ССН-93 вып.5, табл. 104	7.8
		Итого:			1.03	

Таблица 5.6. Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер по буровым работам	ССН-93	0,05	5.25
Инженер- механик	вып.5, табл. 14	0,10	10.5
Итого:			15.75

Таблица 5.7. Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93.вып.5, табл. 103	0.36	4.32
Рабочие		2.1	25.2
Итого:			29.52

Опробование грунтов

Опробования производится с целью выяснения состава, состояния и свойств грунтов. В процессе работ планируется отобрать 30 проб (табл. 5.8.).

Таблица 5.8. Затраты времени на опробование

Вид работ	Количество работ	Источник	Нормы времени	Итого времени на объем
Отбор проб ненарушенного сложения (монолиты)	30	ЕНВиР-И-83 часть 2 № нормы 368	0,664	19.92
Итого:				19.92

Таблица 5.9. Затраты труда на опробование

Наименование должности	Источник нормы ССН-93	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Бурильщик 6 разряда	Выпуск 1, часть 5, таблица 474	1	19.92
Помощник бурильщика		1	19.92
Геолог 10 разряда		0,05	0.996
Итого:			40.8

Полевые испытания

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматриваются полевые определения прочностных и деформационных характеристик испытанием натурной сваей. Для расчленения геологического разреза и уточнения границ ледяного тела планируется проведение геофизических работ: электрического зондирования в модификации ВЭЗ и двухразносного электрического профилирования в модификации БИЭП.

Таблица 5.10. Затраты времени на полевые работы

Вид работ	Ед. изм.	Объем работ	Источник нормы ЕНВиР-И-83 часть 2	Нормы времени	Итого времени на объем (бр.-см.)
Испытания натурной сваей	испытание	3	№ нормы 985	6,16 (монтаж)	18,48
				3,70 (демонтаж)	11.1
Итого:					29.58

Таблица 5.11. Затраты труда на полевые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Машинист копра 4 разр.	ЕНВиР-И-78 ч.2, н. 985	1	29.58
Копровщик 3 разр.		1	29.58
Копровщик 2 разр.		1	29.58
Итого:			88.74

Таблица 5.12. Затраты времени на полевые геофизические работы

Вид работ	Ед. изм.	Объем работ	Источник нормы ЕНВиР-И-83 часть 2	Нормы времени	Итого времени на объем (бр.-см.)
Электрическое зондирование	ф.т.	3	№ нормы 1369	0,603	1,81
Электропрофилирование	испытание	10	№ нормы 1400	0,047	0,47
Итого:		13			2,28

Таблица 5.13. Затраты труда на полевые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Старший техник	ЕНВиР-И-78 ч.2, н. 1369; н.1400	1	2,28
Техник		1	2,28
Рабочие 2 разр.		5	11,4
Итого:			15,96

Лабораторные работы

Данный вид работ выполняется для определения физико-механических свойств горных пород. Лабораторные работы выполняются стандартными методами, согласно ГОСТам. Работы выполняются: начальником лаборатории, инженером-лаборантом и техником-лаборантом по физико-механическим испытаниям.

Таблица 5.14. 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	30	1,54	ССН-93 вып. 7, табл.7.1, № нормы 1030	46,2
2	Определение влажности на границе текучести.	10	0,954	ЕНВиР н.1631	19,08
	Определение влажности на границе раскатывания	10	0,954		
3	Определение влажности	30	0,126	ЕНВиР н.1622	3,78
4	Определение плотности грунта	30	0,296	ЕНВиР н.1626	8,88
5	Определение плотности частиц грунта	30	0,339	ЕНВиР н.1630	10,17
7	Определение временного сопротивления сжатию	12	1	н. 1646	12
8	Определение сопротивления сдвигу по поверхности смерзания	6	2		12
9	Определение удельной касательной силы пучения	6	2		12
Итого:		164	9,2		124,11

Таблица 5.15 – 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	0,16	19,85
Инженер-лаборант		0,16	19,85
Начальник лаборатории		0,08	9,93
Итого:			49,63

Камеральные работы

Камеральные работы являются заключительным этапом изысканий, и в этот период производится анализ, интерпретация и обобщение всей собранной информации об инженерно-геологических условиях участка работ. Главной задачей камеральных работ является составление отчета (табл. 5.16).

Таблица 5.16 Затраты труда на камеральные работы

№п.п	Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на объем, ч.
1	Камеральные работы Нанесение на готовый топографический план выработок	1	0,258	н. 1843	0,258
2	Составление каталога выработок	1	0,348	н. 1832	0,348
3	Нанесение линий геологических разрезов на план	1	0,072	н. 1847	0,072
4	Составление геологического разреза при вертикальном масштабе 1:200	12	0,37	н. 1865	4,44
5	Нанесение на разрез цифровых значений свойств грунтов	3	0,068	н. 1873	0,204
6	Нанесение условных обозначений и прочих данных	60	0,045	н. 1874	2,7
7	Вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	30	0,012	н.1910	0,36
8	Составление графиков статического зондирования	3	0,413	н.1939	1,239
Итого:		111	1,586		9,621 ч.

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

Для расчета производительности труда использована формула:

$$P_{\text{см}}=Q/N_{\text{ср}}$$

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

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

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

Q —объем работ;

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

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

Для расчета продолжительности работ используется формула:

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

$P_{\text{см}} = 12 / 0,11 = 109$ т/см,

$P_{\text{мес}} = 109 * 25,4 = 2770,9$ т/мес,

$T_{\text{пл}} = 1,32 / 8 = 0,165$ смен.

Итого на топогеодезические работы одна бригада затратит 0,165 смен.

Буровые работы

$P_{\text{см}} = 105 / 1,03 = 101,94$ м/см,

$P_{\text{мес}} = 101,94 * 25,4 = 2589,27$ м/мес,

$T_{\text{пл}} = 19,29 / 8 = 2,41$ смен.

Итого на буровые работы одна бригада затратит 2,41 смен.

Опробование

$P_{\text{см}} = 30 / 0,664 = 45,18$ обр/см,

$P_{\text{мес}} = 45,18 * 25,4 = 1147,59$ обр/мес,

$T_{\text{пл}} = 19,92 / 8 = 2,49$ смен.

Итого объем опробования одна бригада выполнит за 2,49 смен.

Полевые испытания

$P_{\text{см}} = 3 / 9,86 = 0,304$ м.,дм/см,

$P_{\text{мес}} = 0,304 * 25,4 = 7,72$ м.,дм/мес,

$T_{\text{пл}} = 29,58 / 8 = 3,69$ смен.

Итого объем полевых испытаний бригады выполнят за 3,69 смен.

Геофизические работы

$P_{\text{см}} = 13 / 0,65 = 20$ ф.т./см,

$P_{\text{мес}} = 20 * 25,4 = 508$ ф.т./мес,

$T_{\text{пл}} = 2,28 / 8 = 0,285$ смен.

Итого объем полевых испытаний бригады выполнят за 0,285 смен.

Лабораторные работы

$$P_{\text{см}} = 164/9,2 = 17,82 \text{ оп/см,}$$

$$P_{\text{мес}} = 17,82 * 25,4 = 452,78 \text{ оп/мес,}$$

$$T_{\text{пл}} = 124,11 / 8 = 15,51 \text{ смен.}$$

Итого лабораторные работы одним лаборантом будут выполнены за 15,51 смен.

Камеральные работы

$$P_{\text{см}} = 1/1,586 = 0,63 \text{ отч/см,}$$

$$P_{\text{мес}} = 0,63 * 25,4 = 16,01 \text{ отч/мес,}$$

$$T_{\text{пл}} = 9,621/8 = 1,2 \text{ смен.}$$

Итого камеральные работы одним инженером будут выполнены за 1,2 смен.

На проведение всего комплекса инженерно-геологических изысканий, включая полевые, лабораторные и камеральные работы, потребуется 26 полных смен.

Таблица 5.17 Поэтапный план работ

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

Таблица 5.18. Календарный план

Виды работы	Дата
Проектно-сметный	с 10 октября 2018г. по 20 октября 2018 г.
Подготовительный	с 21 октября 2018 г. по 23 октября 2018 г.
Организационный	с 24 октября 2018 г. по 26 октября 2018 г.
Полевые работы	с 27 октября 2018 г. по 6 ноября 2018 г.
Лабораторные	с 7 ноября 2018 г. по 24 ноября 2018 г.
Камеральные	с 25 ноября 2018 г. по 1 декабря 2018 г.

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.

5.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Расчет сметной стоимости

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

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

$K_2 = 44,21$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 20.03.2017 N 8802-ХМ/09.

$K_3 = 1,8$ – районный коэффициент (пункт 5 таблица 3 коэффициент)

Таблица 5.19 – Сметно-финансовый расчет работ по проекту

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. Изм.	Кол- во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимо- сть, руб
1	2	3	4	5	6	7
	Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы, 1999г. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Письмо от 20.03.2017 N 8802-ХМ/09. Приложение 3 Индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ на I квартал 2018 года, К=44,21.					
	1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ					
1	Плановая и высотная привязка скважин, точек геофизических исследований и	точка	12	т.93.п. 2	22,5x12	270
2	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м					
	III кат.	м	72	т.17.п.1	42,6x72	3067,2
	V кат.	м	21		47,9x21	1005,9
	IX кат.	м	12		99,7x12	1196,4
3	Крепление скважин диаметром до 160 м	м	93	т.18. п.4	2,1x93	195,3
4	Отбор монолитов из скважин с глубины до 20 м	мон	30	т.57.п.2	30,6x30	918
5	Замер температуры в скважинах	скв	3	т.40.п.1	3x196	588
6	Испытания грунтов статической вдавливающей нагрузкой на сваи до 80 т в песчаных грунтах	св	3	т. 51.п.2 прим. 2,4,6	3x2,2,x0,8x1,7x803	7207,73
7	Испытания грунтов статической выдергивающей нагрузкой на сваи до 50 т в песчаных грунтах	св	3	т. 51.п.7 прим. 6	3x1,7x896	4569,6
Итого 19018,13						
	1.1. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ «Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства. Раздел «Геофизические изыскания» Москва 1982					
8	Электрическое зондирование	ф.т.	3	т.264.п.2 прим.1,7	3x6x1,1x1,4	27,72
9	Электропрофилирование	ф.т.	10	т.272.п.2	100x1,1	11

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. Изм.	Кол-во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимость, руб
10	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом пипетки с разделением на фракции от 10 до 0,001 мм,	опр	30	т.62, п.21	30x19,6	588
11	Суммарная влажность грунта	опр	30	т.64, п.2	30x4,8	144
12	Определение влажности на границе текучести и раскатывания	опр	20	т.63 п.4	18,2x20	364
13	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	опр	30	т.62 п.5	7,2x30	216
14	Плотность грунта	опр	30	т.62.п.3.	5,7x30	171
15	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта при консолидированном срезе по поверхности смерзания с нагрузкой до 0,6 МПа	опр	12	т.63 п.31	12x263,6	3163,2
16	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта. Показатели сжимаемости и сопутствующие определения при компрессионных испытаниях по одно ветви с нагрузкой до 0,6 МПа	опр	6	т.63.п.32	186,4x6	1118,4
17	Комплекс физико-механических свойств мерзлого грунта с определением прочности и деформируемости длительным испытанием на одноосно сжатие с нагрузкой до 0,6 МПа	опр	6	т.63 п.34	544,8x6	3268,8
Итого 9072,12						
3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ						
19	Составление программы работ	пр	1	т.81.п.2	900x1,4	1260
20	Обработка материалов буровых работ III категории сложности, 105 п.м.	п.м	105	т.82, п.2	105x9,4	987

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. Изм.	Кол-во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимость, руб
21	Обработка термометрических наблюдений грунта	зам	30	т.85, п.3	30x8	240
22	Камеральная обработка лабораторных исследований			т.86.п.1	0,2 от 17445,3	3489,06

23	Обработка полевого испытания грунтов статической (вдавливающей и выдергивающей) нагрузкой на сваю (натурную)	исп	6	Т.83.п.7	104,2x6	625,2
24	Составление камерального отчета	обр	1	т.87.п.2	0,22 от кам. раб.	1709,092

Итого 8310,352

Всего по смете 36400,6

25	ВСЕГО по п.1,2,3 с учётом районного к-та К=1,8				1,8	65521,1
26	ИТОГО основные расходы с рыночным коэффициентом				44,21 от п.25	2896687,11
27	Накладные расходы		% 15		0,15 от п.26	434503,066
28	Плановые накопления		% 18		(п.26+п.27)x0,18	599614,232
29	Резерв		% 3		(п.26+п.27)x0,03	99935,7
30	ИТОГО по п.26-39					4030740,11
31	Учет НДС		% 18		0,18 от п.30	725533,22
32	ИТОГО с учетом НДС				п. 27+п.31	4756273,33

Основные затраты по проектированию трассы ЛЭП 110 кВ входят в полевые работы, так как они занимают большую часть времени и являются наиболее трудоемкими. Проектируемое строительство несомненно приведет к положительным эффектам в производственной деятельности г. Норильска, так как экономика этого города основывается на добывающей и перерабатывающей промышленности минерального сырья, где энергетические ресурсы всегда востребованы. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство участка трассы ВЛ 110 кВ «Надежда» - ГПП-74» с учетом НДС равна **4756273,33** рублей. Последовательному осуществлению ресурсосбережения данного проекта способствует четко построенная организация деятельности всех производственных звеньев от полевых до камеральных работ. Следует обязательное выполнение требований к технике, технологии, организации производства и непроизводственной деятельности.

Заключение

В дипломном проекте объектом изучения является участок строительства ВЛ 110 кВ. Описаны географические, климатические и геологические условия района работ, изучены инженерно-геологические условия участка, выявлены наиболее опасные геологические процессы, такие как морозное пучение, сейсмичность и линейная эрозия.

Участок рассмотрен с точки зрения проектируемых работ и разработан план и методика проведения инженерно-геологических исследований для стадии рабочей документации, обеспечивающих получение достоверных данных, необходимых для проектирования. На данном участке, по фондовым материалам, выделены 3 ИГЭ, построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации и выделены пять инженерно-геологических элементов. Для каждого инженерно-геологического элемента представлены нормативные и расчетные характеристики физико-механических свойств. Составлена карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемого строительства. Определены границы сферы взаимодействия с геологической средой, составлена расчетная схема и обоснованы данные для расчета природного давления, расчетного сопротивления грунта и расчета осадки.

Строительство ВЛ проектировалось по принципу I СП 25.13330.2011, т.е. с максимальным сохранением мёрзлого состояния грунтов в процессе строительства. В качестве основания для фундаментов на небольшой глубине, следует использовать базальты ИГЭ-3, на большей глубине, сваи закрепляются в твердомерзлых грунтах. Так как вышележающие грунты, при дальнейшем потеплении климата, имеют возможность к деградации мерзлоты, грунты верхней части комплекса могут перейти в талое состояние при резком ухудшении прочностных и деформационных свойств. На участке планируется провести топографо-геодезические, буровые работы, инженерно-геологическое опробование, полевые опытные исследования, лабораторные и камеральные работы. Исследования будут проводиться

Список литературы

Опубликованная

1. Башлык С.М., Загибайло Г.Т. Бурение скважин. – М. Недра 1990 г. – 300 с.
2. Ребрик Б. М. Бурение инженерно-геологических скважин. – М. Недра 1990 г. – 336 с.
3. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра. 1986. – 333 с..
4. Гидрогеология СССР. Том XXIII. Красноярский край и тувинская АССР, – М., «Недра», 1972. – 479 с.
5. Емельянова Т. Я., Крамаренко В. В. Практикум по мерзлотоведению: учебное пособие. – Томск, Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 116 с.

Нормативная

6. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
7. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
8. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
9. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик.
10. ГОСТ 20522-2012. Методы статистической обработки результатов испытаний.
11. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
12. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
13. ГОСТ 28622-2012. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
14. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
15. ГОСТ 25358-2012. Грунты. Метод полевого определения температуры.
16. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
17. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.
18. ГОСТ 12.0.003–74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
19. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
20. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
21. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

22. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
23. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
25. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
26. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
27. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
28. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
29. ГОСТ Р 54362-2011 Геофизические исследования скважин.
30. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
31. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
32. ГОСТ Р 12.4.026-2001. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
33. ГОСТ Р 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов
34. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
35. ГОСТ 30672-2012 Грунты. Полевые испытания. Общие положения
36. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
37. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
38. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
39. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
40. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
42. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

43. Сборник базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства.– М, 1999. – 89 с.
44. Инструкция о порядке проведения инженерно-геологических работ И-ОИЗ-02-2010.
45. Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой и обувью, и другими средствами индивидуальной защиты. (Минздравсоцразвития РФ от 01 июня 2009 года №290н с изменениями от 27.01.2010 №28н).
46. ИОТ 12-2008 «Инструкция по охране труда при выполнении буровых и каротажных работ».
47. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
48. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. Новосибирск, 2006 г.
49. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999.
50. СП 115.13330.2011. Геофизика опасных природных воздействий.
51. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.
52. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
53. СП. 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Госстрой России, 1997. – с. 12.
54. РСН 64-87 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка
55. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки – М.: Минздрав России, 1996.
56. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
57. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
58. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.
59. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.
60. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмически активных районах.
61. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
62. СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий.
63. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия.
64. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты.

65. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
66. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.
67. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
68. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
69. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве.
70. ССН-93. Сборник сметных норм. М.1993.
71. ЕНВиР. Сборник единичных сметных расценок и норм времени на инженерно-геологические изыскания. – М, 1983. – 269 с.
72. СТО 44577806.14.24-1-69-2013 «Нагрузки ветровые и снеговые Норильского промышленного района. Определение нормативных и расчетных значений»

Фондовая

73. Отчет на тему: «АО «Норильско-Таймырская компания». Воздушная линия электропередачи 110 кВ ПС «Надежда» - ГПП-74» 2017 г.

Интернет ресурсы

74. <http://www.norilsk-city.ru/about/economics/index.shtml>
75. <http://www.geokniga.org>
76. <http://magru.net/pubs/8426>
77. <https://ru.wikipedia.org>