

**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. Норильск и проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов Надеждинского металлургического завода (Красноярский край)

УДК 624.131.3.669.013(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Миллоджанова Г.И.		29.05.18

Руководитель ВКР

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Буровые работы»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н.		29.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		24.05.2018

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОГ	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н.		01.06.18

Томск – 2018 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

*Н.Н. Бракоренко* 01.06.18 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
3-2122	Миллоджанова Г.И.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия г. Норильск и проект инженерно-геологических изысканий под строительство объектов Надеждинского металлургического завода (Красноярский край)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

26.12.2017 г. № 10089/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2018

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Фактический фондовый материал изысканий организации АО «КБК», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия г. Норильска, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.  В специальной части рассмотреть полевые испытания грунтов  В проектной части разработать проект изысканий

	под строительство комплекса жилых домов. Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения. Уделить внимание определению прочностных свойств грунтов в полевых условиях
<b>Перечень графического материала</b>	1. Геологическая карта г. Норильск 2. Карта инженерно-геологических условий, инженерно-геологический разрез 3. Расчетная схема сооружений с геологической средой 4. Геолого-технический наряд скважины
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О.В.
Социальная ответственность	Назаренко О.Б.
Буровые работы	Шестеров В.П.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	д. г. - м.н.		01.03.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Миллоджанова Г.И.		01.03.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2122	Миллоджановой Гульшане Ильдаровне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	
Уровень образования	Специалист	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	1. Объект исследования: «Инженерно-геологические условия г. Канска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство топливозаправочного комплекса на аэродроме «Канск (Дальний)» (Красноярский край)» Работы проводятся: - в полевых условиях (рекогносцировка, буровые и геофизические работы); - в лабораторных условиях (определение состава и свойств горных пород); - в кабинете для камеральных работ.
2 Перечень законодательных и нормативных документов по теме	Законы РФ Нормативные акты Правительства и министерств РФ Нормативно-методические документы Нормативно-техническая документация

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Анализ выявленных опасных и вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	1. Производственная безопасность Проанализировать выявленные вредные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения: - отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; - превышение уровней шума и вибрации; - тяжесть физического труда; - повреждения в результате контакта с животными и растениями; - отклонение показателей микроклимата в помещении, - недостаточная освещенность рабочей зоны; - превышение уровней электромагнитных излучений.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	2. Проанализировать выявленные опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения: - повышенный уровень шума; - электрический ток; - механические повреждения

	- ожоги.
3. Охрана окружающей среды	3. Охрана окружающей среды - воздействие объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); - воздействие объекта на гидросферу (сбросы, утечка горюче смазочных материалов); - воздействие объекта на литосферу (механическое, экологическое); - обеспечение экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях - перечень возможных ЧС на объекте (техногенного характера, природного характера) - действия в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - 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) - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	д.т.н.		01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Миллоджанова Г.И.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2122	Миллоджановой Гульшане Ильдаровне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налог на добавленную стоимость 18% Страховые взносы 30% Налог на прибыль 20%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Свод видов и объемов работ на инженерно-геологические изыскания...
2. Формирование плана и работ	Составление календарного плана работ
3. Планирование и формирование бюджета инженерных изысканий	Расчет сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
4. Определение параметров и объемов работ для расчета сметной стоимости	Составление ТЗ на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ

**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
3-2122	Миллоджанова Г.И.		

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	<b><u>Фундаментальные знания:</u></b> Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем.
P2	<b><u>Инженерный анализ:</u></b> Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.
P3	<b><u>Инженерное проектирование:</u></b> Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P4	<b><u>Исследования:</u></b> Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
P5	<b><u>Инженерная практика:</u></b> Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ-средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.
P6	<b><u>Специализация и ориентация на рынок труда:</u></b> Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями.
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	<b><u>Проектный и финансовый менеджмент:</u></b> Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.
P8	<b><u>Коммуникации:</u></b> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности.
P9	<b><u>Индивидуальная и командная работа:</u></b> Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.
P10	<b><u>Профессиональная этика:</u></b> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	<b><u>Социальная ответственность:</u></b> Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.
P12	<b><u>Образование в течение всей жизни:</u></b> Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.

## Реферат

Дипломный проект 121 с., 15 рис., 35 табл., 66 источников, 5 листов графического материала.

Объект разработки – инженерно-геологические условия и проект инженерных изысканий под строительство промышленных сооружений на стадии рабочей документации в промышленной зоне г.Норильск.

Цель проекта – оценка инженерно-геологических условий участка, изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов работ, их объёмов и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации.

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

В работе обоснованы необходимые виды и объемы работ, составлена смета на выполнение работ.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2010, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2007.

## Содержание

Реферат .....	1
Содержание .....	2
Введение.....	4
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ .....	5
ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА.....	5
1.1. Географическое и административное положение .....	5
1.2. Физико-географические условия .....	6
1.3. Геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность района	10
1.4. Геологическое строение района работ.....	14
1.4.1. Стратиграфия .....	14
1.4.2. Тектоника.....	24
1.4.3. Полезные ископаемые .....	25
1.5. Гидрогеологические условия .....	28
1.6. Геологические процессы и явления.....	29
1.7. Общая инженерно-геологическая характеристика района .....	30
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....	32
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.....	32
2.1. Рельеф участка.....	32
2.2. Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости .....	32
2.3. Физико-механические свойства грунтов .....	33
2.3.1. Характеристика физико – механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-11) и закономерности их пространственной изменчивости .....	33
2.3.2 Вечномерзлые грунты: принципы использование грунтов оснований в мерзлом состоянии – I принцип.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.3 Выделение инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-12) .....	34
2.3.4 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов.....	37
2.4. Гидрогеологические условия .....	39
2.5. Геологические процессы и явления.....	39
2.6. Оценка категории сложности инженерно – геологических условий участка .....	41
2.7. Прогноз изменения инженерно – геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации .....	42

3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ .....	44
ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ.....	44
3.1. Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Конкретные задачи изысканий .....	44
3.2 Обоснование видов и объемов работ .....	46
3.3 Методика проектируемых работ .....	52
4. СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ.....	68
4.4.1. Производственная безопасность .....	68
4.4.2 Экологическая безопасность.....	88
4.4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	89
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	91
5.1. Характеристика предприятия .....	91
5.2. План видов и объемов работ по проекту.....	92
5.3. Затраты времени и труда на выполнение работ.....	93
5.4. Расчет сметной стоимости .....	97
Заключение .....	100
Список литературы .....	101
Приложение .....	107

## **Введение**

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка для строительства производственных сооружений Надеждинского металлургического завода в г. Норильск. Основанием для проектирования является программа строительства промышленных объектов для увеличения производительной мощности Надеждинского металлургического завода.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство комплекса зданий на стадии «Проект».

Задача заключается в изучении инженерно-геологических, геокриологических и гидрогеологических условий площадки в целом с целью получения данных, необходимых для рационального размещения проектируемых зданий и сооружений.

В работе над проектом были использованы результаты исследований, выполненных на предшествующих стадиях изыскательских работ, на основе фондовых материалов, приуроченных к строительству промышленных объектов Надеждинского металлургического завода, нормативная и справочная литература.

# 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

### 1.1. Географическое и административное положение

Исследуемая территория расположена в пределах западно-бугристой Норильско-Рыбнинской долины, входящей в состав Среднесибирского плоскогорья (рис. 1.1).



*Рис. 1.1 Обзорная карта района работ*



Участок работ

Район работ расположен на территории единого муниципального образования «город Норильск» Красноярского края, ранее Норильского промышленного района, на юге Таймырского полуострова.

Территориально Норильск расположен на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) района в северо-западной части Сибирской платформы и изолирован от обжитых регионов России. 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.

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.

Один из районов Большого Норильска - Талнах – известен как рудная столица России. Общая протяженность подземных горных выработок Талнахских рудников - около трех тысяч километров.

Сегодня в Норильске вырабатывается 1/5 часть мирового никеля. Высокая экономическая и финансовая эффективность «Норильского никеля» обеспечивает освоение минерально-сырьевой базы Енисейского Севера, высокие позиции на мировых рынках металлопродукции, и, как следствие, развитие экономики территории, региона, всей России.

## **1.2. Физико-географические условия**

*Основными орографическими элементами* территории являются Западно-Сибирская низменность, которая через район о.Пясино соединяется с краевой частью Таймырской низменности, и отроги Средне-Сибирского плоскогорья (плато Путорана).

Район непосредственно расположен у подножия горных склонов Норильского плато, а город отнесен севернее, вглубь долины. С юга к нему вплотную подступают три гряды – на западе – гора Шмидта, в середине – Рудная, на востоке – Барьерная, которая на 500 м возвышается над норильской террасой, расположенной в свою очередь, на 100 м над уровнем моря. На севере, с другой стороны норильской долины, вздымается плато Еловый камень. На востоке виднеются горы Путорана, к западу и северо-западу от Норильска раскинулась Северо-Сибирская низменность, которая занимает большую часть Таймырского полуострова.



*Рис.1.2.1 Плато Путорана*

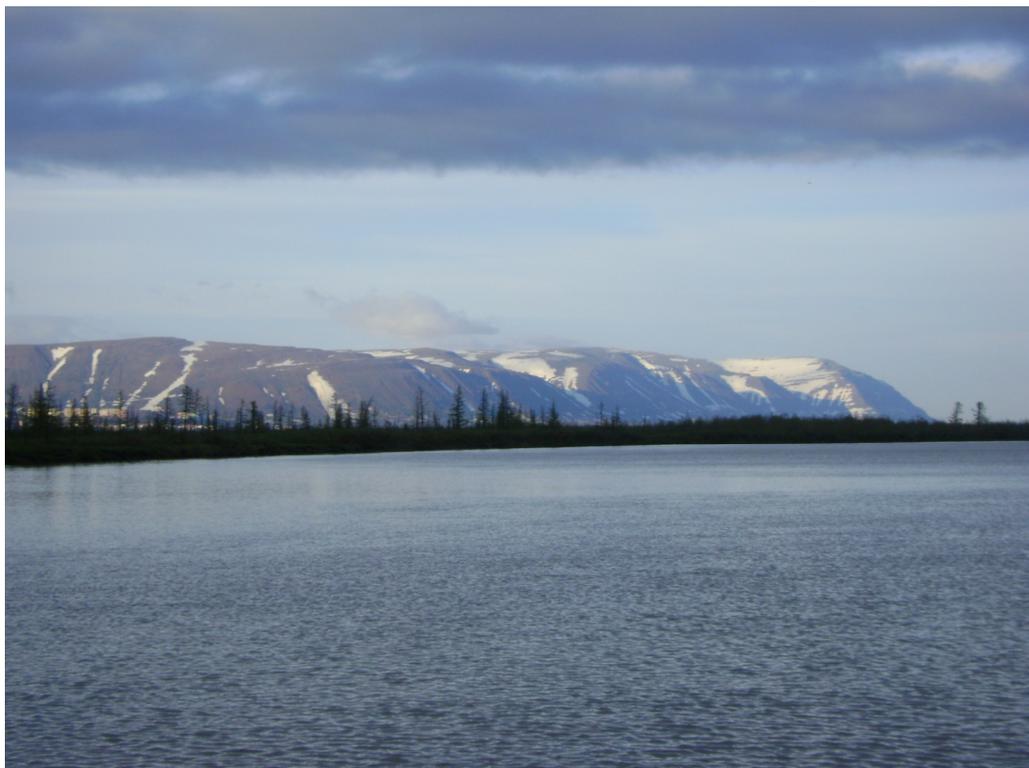
*Гидрографическая сеть района*, в основном, принадлежит к бассейну оз.Пясино. Основными водными артериями района являются р.Норильская, соединяющая оз.Мелкое, находящееся восточнее описываемой территории и оз.Пясино, а также р.Рыбная, вытекающая из оз.Кета, расположенного в 80 км юго-восточнее г. Норильска и впадающая в р.Норильскую в 35 км от ее устья. Реки второго порядка - Ергалах, Талнах, Хараелах, Валек, Листвянка, Амбарная и другие впадают в указанные реки или непосредственно в оз.Пясино.

Реки юго-западной части района принадлежат к бассейну р.Енисей. Наиболее крупной из них является р.Южный Ергалах, в которую на территории района впадает р.Быстрая.

Наиболее крупным озером на территории района является оз.Пясино, расположенное в северо-западной его части [2].

Питание рек и озер, в основном, осуществляется за счет вод весеннего снеготаяния, летне-осенних дождей и, в меньшей степени, -за счет подземных вод. Замерзание рек наблюдается в конце сентября – начале октября, вскрытие - в первой половине июня, в это же время вскрывается и

большинство озер. Период, в течение которого реки свободны ото льда, составляет 3-4 месяца.



*Рис.1.2.2 Озеро Пясино [2]*

Расход воды в реках подвержен значительным колебаниям в течение года. Наибольший сток и наивысшие уровни воды во всех реках отмечаются в период весеннего паводка, который проходит в конце июня - начале июля. Второй паводок приходится на август - сентябрь, когда он вызывается многодневными дождями; наиболее отчетливо он выражен в горной части территории.

По химическому составу воды рек и озер являются преимущественно гидрокарбонатными кальциевыми, реже гидрокарбонатными кальциево-натриевыми с минерализацией от 0.03 до 0.3 г/дм<sup>3</sup>.

Гидрологические исследования в Норильском промышленном районе систематически проводятся с 1937 года (гидропост в пос.Валек на р.Норильской) . Гидропосты для наблюдения за уровнями и расходами воды оборудованы на большинстве основных водотоков и водоемов района - рр. Норильская, Рыбная, Ергалах, Амбарная, Талнах, оз. Пясино и других.

Территория муниципального образования «город Норильск» находится севернее Полярного круга, в зоне вечной мерзлоты, и относится к континентальной части Арктики. Близость Ледовитого океана обуславливает своеобразие климатических условий региона.

Климат района резко континентальный и характеризуется отрицательной среднегодовой температурой воздуха. Зима длительная и суровая, продолжительность периода с отрицательными температурами составляет 240-250 дней, он длится с октября по май. Лето короткое, холодное и дождливое. Продолжительность безморозного периода составляет 115-120 дней (с июня по сентябрь).

- Среднегодовая температура наружного воздуха: - 10,1° С;
- Абсолютно минимальная температура наружного воздуха: - 57,0° С;
- Абсолютно максимальная температура наружного воздуха: + 32,0° С;
- Средняя температура воздуха трех зимних месяцев (декабрь-февраль): -26,8° С;
- Среднемесячные температуры воздуха, ° С:

январь	-28,0	апрель	-15,0	июль	-13,2	октябрь	-8,2
февраль	-26,9	май	-5,9	август	+10,5	ноябрь	-21,5
март	-22,8	июнь	+5,1	сентябрь	+3,8	декабрь	-25,6

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

Годовое количество осадков в среднем по району составляет 303 мм, максимальное годовое количество осадков – 610 мм. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 30 сентября, средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова – 22 мая. Высота снежного покрова в равнинной части может достигать 8-9 м. Плотность снежного покрова в пределах района относительно высока и составляет в среднем 0,3-0,5 г/см<sup>3</sup>.

Преобладающее направление ветров зимнего периода – юго-восточное и северо-западное.

- Средняя скорость ветра за три зимних месяца (декабрь - февраль) – 5,0 м/с;

- Максимальная скорость ветра – 40 м/с;

- Относительная влажность воздуха зимнего периода – 80%;

- Максимальная относительная влажность воздуха – 82%;

- Минимальная относительная влажность воздуха – 67%;

- Среднемесячная относительная влажность воздуха, %:

январь	77	апрель	77	июль	67	октябрь	82
февраль	80	май	77	август	67	ноябрь	79
март	78	июнь	72	сентябрь	80	декабрь	78

- Минимальное атмосферное давление - 700,3 мм рт. ст.;

- Максимальное атмосферное давление - 773,3 мм рт. ст.

Площадка строительства располагается на служебно-технической территории Надеждинского завода г. Норильска. Естественный рельеф на площадке частично нарушен и спланирован при инженерной подготовке территории для строительства существующих сооружений. Поверхность площадки ровная, общий уклон наблюдается в северном направлении. Абсолютные отметки поверхности в пределах участка изысканий изменяются от 211,51 м до 225,72 м.

Согласно СП 131.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* район работ относится к климатическому району – I климатическому подрайону Б. Согласно ГОСТ 16350-80 климатический район работ – I<sub>2</sub>.

### **1.3. Геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность района**

*Геологическая изученность:* начало региональному изучению территории Норильского промрайона и прилегающих территорий было положено маршрутными исследованиями Н.Н. Урванцева в 1919, 1925, 1928

гг., В.А.Мельникова в 1929 г. , С.В.Обручева в 1933 г., Г.Е.Рябухина, в 1939 г., Ф.Г.Маркова в 1933-1939 гг. и в последующие годы ряда других геологов.

В 40-х годах, в связи с вводом в эксплуатацию Норильского месторождения медно- никелевых руд, начинается планомерное изучение территории, непосредственно прилегающий к г. Норильску.

Работы, выполненные Б.С. Рожковым, А.И. Корешковым, В.С. Домаревым, Ю.А. Спейтом, Ю.А. Шейнманном, Г.Д. Масловым, М. Ф. Смирновым, А.Е. Тумановым, П.Ф. Фоминым и др. в период с 1937 по 1951 г., позволили в 1952 г. составить сводную геологическую карту Норильского района в масштабе 1: 200 000 (Н.Н. Урванцев и др.).

К 1956 г весь район был покрыт геологической съемкой масштаба 1 : 1 000 000, а несколько позднее, в 1958 г., Н.Н. Урванцевым и др. были составлены листы государственной геологической карты данного масштаба.

С 1957 по 1965 год территория района была закартирована геологами НИИГА в масштабе 1: 200 000. В результате этих работ в 1969 году была составлена сводная геологическая карта масштаба 1: 200 000 Норильского района и прилегающих территорий. (В.А. Доценко и др.) Следует отметить, что еще до выхода этой карты из печати Н.Ф. Щедриным, Л.Л. Ваулиным, В.Ф. Кравцовым была составлена геологическая карта масштаба 1 : 200 000, включающая в себя территорию Норильского промышленного района. В период с 1963 по 1969 год эта карта была пополнена новыми геологическими данными Норильской экспедиции и приложена к подсчету запасов Октябрьского месторождения.

В период с 1965 по 1971 год вся территория района была покрыта геологической съемкой масштаба 1 : 50 000. Основными исполнителями этих работ были Г.Д. Маслов, В.А. Люлько, О.Г. Глушницкий, О.А. Дюжиков, Т.И. Немененок А.А. Скобелин при участии Ю.Н. Амосова, Е.Е. Кузьмина, В.М. Салова и др.

В 1973 г. была составлена прогнозно-металлогеническая карта масштаба 1: 50 000 Норильско - Талнахского рудного узла. (В.А. Люлько, Ю.Н. Амосов В.Ф. Ржевский и др.).

В 1974 - 1975 гг. геологическая карта Норильского района масштаба 1 : 200 000 была пополнена новыми данными, полученными в результате работ норильских геологов и геофизиков за период с 1970 по 1975 год.

На основании обобщения данных, полученных в ходе поисково-съёмочных работ прошлых лет и проведенных в период с 1975 по 1980 год, с учетом новых требований к составу и оформлению геологических карт, в 1981 г. был составлен и издан комплект геологических карт, на территорию Норильского района в масштабе 1 : 50 000 (П.Л. Ваулин, В.А. Федоренко и др.), а в 1987 г комплект геологических карт масштаб 1: 200 000 ( Б.М. Струнин и др.).

В 1993 году разработана и утверждена опорная легенда геологической карты масштаба 1 : 50 000 Норильской серии ( Люлько В.А. и др.).

*Гидрогеологическая изученность:* гидрогеологические исследования в Норильском промышленном районе проводились в значительном объеме как непосредственно на месторождениях подземных вод так и на других объектах Норильского комбината в связи с решением гидрогеологических задач различного уровня (захоронение промстоков, прогноз и ликвидация водопритоков в горные выработки изучение загрязнения подземных вод и т.д.). На ранних стадиях изучения гидрогеологических условий эти работы выполнялись преимущественно в связи с поисками и разведкой месторождений полезных ископаемых.

Среди них следует выделить работы Е.Ф. Дерпгольца который в 1945-1948 гг. проводил гидрогеологическую съемку масштаба 1:100 000 на Далдыканском и Кайерканском месторождениях, в районах р.Ергалах и горы Зуб.

И.С. Петрова в 1956 г. проводила гидрогеологическую съемку масштаба 1:25 000 площадью 50 кв.км в районе месторождения Норильск- 1 .

В 1956-1958 гг попутно с поисками медно-никелевых руд, в районе р.Ергалах проведена гидрогеологическая съемка масштаба 1:100 000 (Г.Л.Михалев).

В 1962-1963 гг. в районе Талнахского месторождения проведена геологическая съемка масштаба 1:10 000 и гидрогеологическая съемка масштаба 1:25 000 ( Г.К. Цывьян, В.И. Вожов, О.А. Дюжиков ). Составлены гидрогеологическая и мерзлотная карты масштаба 1: 25000.

С 1961 по 1967 год на территории Талнахского рудного узла проводились детальные гидрогеологические исследования масштаба 1:10 000 ( Г.Л.Михалев, Г.В.Гроль, В.А.Могилевцев).

В 80-х годах выполнялся большой объем инженерно-геологических работ (Т.А.Голодковская, П.М.Демидюк и др.), начались работы по изучению экзогенных геологических процессов в Норильском промрайоне (М.Е.Попов, М.Г.Завада и др.)

С 1970 года Норильской комплексной геологоразведочной экспедицией (НКГРЭ) велись планомерные работы по изучению режима, баланса подземных вод, геокриологических условий промрайона, включающие в себя режимные наблюдения на всех месторождениях подземных вод, изучение качества подземных вод и т.д. Работы сопровождались выпуском информационных отчетов (ежегодников) и сводных (пятилетних) отчетов, последний из которых завершил указанные работы в 1995 году (Е.Е.Кириенко и др.).

В 1986 г. завершены работы по изучению гидрогеологических условий эксплуатации Талнахского и Ергалахского месторождений подземных вод (Р.Я.Маркович, Г.П.Чанова, В.А.Лазарев). Были исследованы причины отклонений фактических условий эксплуатации месторождений от прогнозных (дефицит восполнения запасов подземных вод, прогрессирующее снижение уровней), рассчитаны оптимальные величины водоотбора, даны рекомендации по увеличению производительности водозаборов.

*Инженерно-геологическая изученность:* в пределах юго-западной части в 1980 г проводились инженерно-геологические изыскания отделами комплексных изысканий института «Норильскпроект» и «Норильскгеология».

ЗАО «Красноярская буровая компания» на объекте «Надеждинский металлургический завод имени Б.И. Колесникова Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель». Реконструкция производства элементарной серы» выполняли инженерно-геологические и инженерно-геодезические изыскания на стадии «проект» в 2013-2015 гг.

## **1.4. Геологическое строение района работ**

Геологическое строение района работ приведено на геологической карте (лист 1 графических приложений). За основу принята государственная геологическая карта масштаба 1:1 000 000 (Норильская серия R-45), составленная на основе работ геологов НКГРЭ, ЗКГРЭ, ООО «Норильскгеология», ОАО «Красноярскгеологосъемка», ВСЕГЕИ, НИИГА, ЦАГРЭ и др.

### *1.4.1. Стратиграфия*

Стратифицированные образования района работ представлены терригенными и терригенно-карбонатными отложениями верхнего рифея, венда, кембрия и ордовика, сульфатно-терригенно-карбонатными, соленосными образованиями силура и девона, карбонатными породами нижнего карбона, угленосными терригенными отложениями среднего карбона и перми, позднепермскими и раннетриасовыми вулканогенными образованиями, терригенными отложениями юры и мела, а также рыхлыми терригенными образованиями четвертичного возраста

### **МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА**

Мезозойская эратема представлена триасовой системой.

### **ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА**

В юго-восточной горной части территории широко распространены триасовые вулканические образования, они слагают Норильское, Хараелахское и Сыверминское, плато, а также вскрыты скважинами под юрско-меловыми и кайнозойскими отложениями Северо-Сибирской низменности. В соответствии с решениями Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания (1981 г.), серийной легенде (2004 г.) вулканогенные образования считаются нижнетриасовыми (без деления на ярусы), все выделяемые свиты отнесены к региональным стратиграфическим горизонтам. Самая верхняя часть разреза вулканитов условно отнесена к нижнему – среднему триасу, к верхнему триасу терригенные отложения, вскрытые скважинами на Северо-Сибирской низменности.

Триасовая система на участке представлена нижним отделом.

#### **Нижний отдел**

Вулканическая толща нижнего триаса в районе представлена преимущественно лавами основного состава, в подчиненном объеме выделены субщелочные и ультраосновные разновидности базальтов. Подразделения вулканической толщи соотнесены с уровнями тутончанского, двурогинского и путоранского горизонтов региональной стратиграфической шкалы и др. Горизонты условно сопоставляются с ярусами: тутончанский соответствует большей нижней части инда; двурогинский – верхам инда и нижней части оленёка; путоранский – верхней части оленёкского и анизийского ярусов.

Тутончанский горизонт представлен сыверминской, гудчихинской, хаканчанской, туклонской и надеждинской свитами, двурогинский – моронговской и аянской, путоранский – мокулаевской, хараелахской, кумгинской и самоедской свитами. К границе нижнего и среднего триаса отнесена таловская толща. В соответствии с «Опорной легендой геологической карты масштаба 1 : 50 000, серия Норильская, 1993 г.» и дополнением к серийной легенде в настоящей работе учтен принцип

цикличности формирования туфолавовой толщи. В начале каждого цикла выделяются периоды интенсивного извержения лав, а в конце – длительные перерывы с образованием туфогенно осадочных толщ, часто содержащих палеонтологические остатки. Поэтому возраст свиты определяется только по палеонтологическим комплексам туфогенно-осадочной верхней части разреза.

*Сыверминская свита и нижнегудчихинская подсвита объединенные* ( $T_1sv+gd_1$ ).

*Сыверминская свита* выделена Я. И. Полькиным в 1959 г. на плато Сыверма в районе оз. Хантайское в виде пачки офитовых и пойкилоофитовых базальтов залегающих между отложениями тунгусской серии и туфогенными породами хаканчанской свиты. Сыверминская свита распространена в пределах Норильского, Хараелахского и Путаранского плато, где прослеживается в разрезах от северных склонов Хараелахских гор до южного побережья Хантайского озера. Она залегает на различных стратиграфических уровнях ивакинской или амбарнинской свит верхней перми и представлена довольно однородной пачкой толеитовых и пойкилоофитовых базальтов. В настоящей работе туфогенная пачка пород, выделяемая ранее в подошве свиты, отнесена к кровле ивакинской свиты.

*Гудчихинская свита* выделена Г. Д. Масловым в 1959 г. Название дано по горе Гудчиха на севере Норильского плато. Свита сложена оливиновыми и пикритовыми базальтами порфировой, толеитовой и пойкилоофитовой структуры, туфами основного состава и туффитами.

Разрез гудчихинской свиты состоит из трех пачек, которым в опорной легенде масштаба 1 : 50 000 придается ранг подсвит. В объединенное подразделение включена нижняя подсвита гудчихинской свиты ( $gd_1$ ), которая называется в данном случае нижнегудчихинская подсвита. Это базальты оливинофировые, пикробазальты, прослой туфов и туффитов.

В туфах сыверминской свиты найдены остатки флоры: *Cladophlebis* sp., *Pecopteris julii* Radcz. и фауны: *Microdontella subovata* (Jones), что не противоречит отнесению ее к тутончанскому горизонту.

Мощность сыверминской свиты на Хараелахском плато составляет 240–330 м, на Норильском плато – 140–280 м, а в районе озер Кета и Хантайское уменьшается до 110–240 м. Мощность нижнегудчихинской подсвиты изменяется от 30 до 160 м. Суммарная мощность сыверминской свиты и нижнегудчихинской подсвиты достигает 460 м.

*Верхнегудчихинская подсвита и хаканчанская свиты объединенные (T<sub>1</sub>gd<sub>2</sub>+hk).*

В состав подразделения включены средняя и верхняя пачки гудчихинской свиты в объеме, указанном в опорной легенде масштаба 1 : 50 000, и хаканчанская свита в полном объеме .

*Верхнегудчихинская подсвита* сложена базальтами субщелочными и нормального ряда, обладающими пойкилоофитовой, толеитовой, оливинофировой и гломеропорфировой структурами. Маломощные прослои туфов основного состава в строении свиты имеют подчиненное распространение.

*Хаканчанская свита* выделена Я. И. Полькиным в 1959 г. со стратотипомна р. Хаканча, впадающей в Хантайское озеро. Ранее слагающие ее пирокластические породы были описаны В. Н. Рожковым (1938) как маркирующий горизонт туфов. Это разнообломочные (от псаммитовых до агломератовых) туфы основного состава, туффиты, туфопесчаники, туфоалевролиты и редкие маломощные потоки базальтов. Облик туфов и их мощность весьма изменчивы. Так, на Норильском плато свита сложена в основном псаммитовыми туфами, туффитами, туфоалевролитами мощностью от первых метров до 20 м, редко до 50 м. На склонах Сыверминского плато, в районе озер Хантайское и Кета она сложена грубообломочными агломератовыми и лапиллиевыми туфами, содержит слои туфогравелитов и подчиненные покровы базальтов, иногда имеющих шаровую отдельность.

Грубообломочный характер туфов и увеличение их мощности свидетельствуют о существовании центров взрывной деятельности в районе озер Хантайское и Кета, в среднем течении р. Ирбо и в низовьях р. Хаканча. Химический состав туфов и базальтов хаканчанской свиты практически идентичен. Содержание и состав элементов-примесей в породах хаканчанской свиты резко отличается от состава пород нижележащих свит. Мощность свиты – 250 м, а на реках Ирбо и Хаканча достигает 290 м.

Раннетриасовый возраст хаканчанской свиты установлен по отпечаткам растений и спорово-пыльцевым данным в туфопесчаниках вблизи Хантайского озера: *Cladophlebis kirjamkensis* Pryn., *Cladophlebis adnata* Goerp., *C. denticulata* Brongn., *Retinosporites sibirica* Neub., *Podozamites lanceolata* Lindl., *Elatides curvifolia* Dunkes., *Fieldenia nordenskioldi* Nath..

Суммарная мощность объединенного подразделения достигает 460 м  
*Сыверминская, гудчихинская и хаканчанская свиты объединенные (T<sub>1sv:hk</sub>).*

На геологической карте объединенное подразделение показано часто из-за сокращенной мощности свит и их выходах на крутых склонах Норильского, Хараелахского и Сыверминского плато. Состав объединенных свит весьма не постоянен в силу изменчивости набора пород и мощностей разрезов. В целом, это базальты пойкилоофитовые, толеитовые и порфиоровые, гломеропорфиоровые, пикробазальты оливинофиоровые, гломеропорфиоровые, туфы, туффиты, туфопесчаники и туфоалевролиты.

Суммарная мощность свит колеблется от 100 до 500 м.

*Туклонская и надеждинская свиты объединенные (T<sub>1tk+nd</sub>).*

*Туклонская свита* выделена Я. И. Полькиным в 1965 г. по руч. Тукло на плато Сыверма. Свита закартирована на Норильском, Сыверминском плато, на северном и южном склонах Хараелахского плато, где согласно залегает на хаканчанской свите.

В состав туклонской свиты включены базальты пойкилоофитовые, толеитовые с маломощными прослоями туфов и туфопесчаников, а также дифференцированные потоки высокомагнезиальных базальтов (микчандитов) с высоким содержанием кремнезема, что является основным отличием от собственно пикритовых базальтов.

Наиболее полные и мощные разрезы свиты установлены в пределах Сыверминского и Хараелахского плато. В пределах Норильского плато в составе свиты присутствуют до пяти покровов базальтов мощностью от 5–8 до 16 м, в единичных случаях – до 20 м. Между покровами изредка встречаются маломощные (до 2 м) слои туффитов, туфоалевролитов, туфопесчаников, а в районе оз. Чибичете отмечен горизонт (2 м) вулканомиктовых песчаников, алевролитов с известковым цементом и органогенными известняками с остатками пелеципод.

Химический состав туклонских базальтов принадлежит нормальному ряду; содержание меди, никеля, кобальта и хрома в породах, по сравнению с сыверминскими и гудчихинскими базальтами, повышены, а циркония, стронция и бария – понижены. Спектр распределения редких элементов располагается несколько выше гудчихинского, в нем отчетливо проявлена положительная стронциевая аномалия, а также он отличается более пологим наклоном в области тяжелых редких земель.

Раннетриасовый возраст туклонской свиты установлен по СПК с северо-западного берега оз. Лама и по положению в разрезе между хаканчанской и надеждинской свитами.

Мощность туклонской свиты, как и количество покровов в ее составе, увеличивается с запада и юго-запада на восток и северо-восток. В пределах Норильского плато она составляет от 30 до 65 м, на склонах Сыверминского плато достигает 230 м, на западной оконечности Хантайского озера – до 270 м. На Хараелахском плато мощность свиты возрастает в восточном направлении от 40 м на северо-восточном побережье оз. Пясино до 160 м на

реках Верхняя Таловая и Мастах-Сала [238] и до 195–210 м на Самоедской Речке.

*Надеждинская свита* выделена Г. Д. Масловым в 1959 г. на горе Надежда Норильского плато. Она прослежена на склонах и по долинам рек в пределах Норильского, Хараелахского и Сыверминского плато. Свита согласно залегает на туклонской, граница между ними постепенная.

Базальты надеждинской свиты характеризуются повышенными содержаниями кремнезема (до 53 %) и щелочей (особенно  $K_2O > 1wt \%$ ), пониженными – титана ( $TiO_2 < 1wt \%$ ), повышенными отношениями  $La/Sm > 4$  и  $La/Yb > 7$ . Содержание меди в породах нижней пачки составляет 20 ppm, средней – менее 80 ppm, а верхней – более 80 ppm.

*Мокулаевская свита* ( $T_1mk$ ) выделена в 1960 г. В. С. Голубковым и Д. А. Додиним в юго-западной части Хараелахского плато со стратотипом на р. Мокулай, который подробно описан Н. Н. Нагайцевой в 1973 г. В целом, свита сложена базальтами гломеропорфировыми, афировыми, пойкилоофитовыми с редкими горизонтами туфов и туффитов. Строение свиты характеризуется наличием четырех пачек пород: первая, нижняя (75–130 м) – базальты олигогломеропорфировые и порфировые с единичными горизонтами туфогенных пород алевро-псаммитовой структуры, в основании пачки один-два покрова гломеропорфировых базальтов (116 м), относящихся к надьяанскому маркирующему покрову; вторая (80–150 м) – базальты гломеропорфировые; третья (170–240 м) – базальты в нижней части порфировые и гломеропорфировые, в верхней – олигогломеропорфировые и пойкилоофитовые с редкими горизонтами туффитов алевро-псаммитовой структуры; четвертая пачка (170–240 м) – базальты в нижней части афировые, в верхней пойкилоофитовые, в основании и кровле горизонты алевропсаммитовых 50 туффитов, в одном из которых найдены отпечатки костей децинодонта *Lystrosaurus* Cope.

#### КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Кайнозойская эратема представлена четвертичной системой.

## ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Четвертичная система представлена отложениями голоцена.

### Голоцен

*Аяклинские слои. Лимний и аллювий (laIII-IVak).* Выделены В.Д. Крюковым и В.А. Федоренко в качестве образований, сформировавшихся преимущественно в низменных частях территории, а также в районе Норильских озер одновременно с распадом мелколамских ледников. Рассматриваемые отложения залегают на породах мелколамских слоев, а вне пределов распространения последних – непосредственно на вальковской толще.

Стратотип аяклинских слоев находится в нижнем течении р. Аякли в пределах абсолютных высот +62,0 – +68,0 м. «В основании разреза залегают параллельно слоистые глинистые алевриты с большим количеством плохо разложившихся растительных остатков в виде сучков, веточек, стеблей мхов и трав. Этот растительный детрит был использован для определения абсолютного возраста, который оказался равным  $10,7 \pm 0,1$  тыс. лет (ГИН-315). Верхняя часть разреза представлена параллельно слоистыми алевритовыми песками с редким рассеянным гравием. Сходные отложения почти непрерывно прослеживаются в обнажениях по рекам Рыбная, Гремяка, Омне, Валек, Во-логочан и др. Для них характерно наличие погребенных торфяников мощностью до 1 м. В большом количестве в торфе присутствуют мелкие обломки сучков, листья и стебли мхов и трав, кора березы, а нередко и целые стволы деревьев. Имеющееся определение абсолютного возраста кусков древесины радиоуглеродным методом в  $9,14 \pm 0,05$  тыс. лет (ГИН-263) оказалось довольно близким к датировке из отложений на р. Аякли».

Состав аяклинских слоев становится более однородным ближе к центральным частям Норильской долины, где песчаные разности постепенно переходят в алевритовые. «Прослой торфа увеличиваются по мощности до 2 м. В наиболее погруженных частях долины, приуроченных к нижнему течению рек Рыбной, Омнутах, Норильской, Вологочан, разрезы аяклинских

слоев представлены практически исключительно пылеватыми пористыми глинистыми алевритами мощностью до 15 м. Одновозрастные отложения образуют I надпойменную террасу рек Фокиной и Дудинки с относительной высотой 8–12 м. Отложения в основном представлены песчаными породами с включениями древесных стволов и тонкими прослоями торфов, датированными по  $^{14}\text{C}$  в  $10,5 \pm 0,06$  тыс. лет (ГИН-314, р. Дудинка) и  $9,5 \pm 0,07$  тыс. лет (ГИН-313, р. Фокина)». В это же время в верховьях некоторых долин, прорезающих Хараелахские, Ламские и Абагалахские горы, на абсолютных высотах 200–500 м формировались пески и алевриты подпрудных озерных бассейнов.

Мощность аяклинских слоев до 15 м.

*Лимний (III-N)*. Алевриты, глины и илы мощностью до 5 м. Большею частью показаны на карте на водоразделах Северо-Сибирской низменности, где приурочены к полям развития гляциокарстовых и термокарстовых озер.

Аллювий первой надпойменной террасы (a1Ш-N). Первая терраса уверенно выделяется практически во всех более или менее значимых водотоках Северо-Сибирской низменности, долины р. Енисей и горных долинах плато Путорана. Состав аллювиальных отложений меняется от песчано-гравийно-галечного материала с примесью валунов в горах до песков, алевритов и глин на равнине. Высота первой надпойменной террасы варьирует в широких пределах, но редко превышает 7–10 м над урезом. Возраст определяется тем, что аллювий первой надпойменной террасы вложен в аллювий второй террасы и в часть отложений покровного комплекса. Мощность до 2-4 м на малых реках и до 6-10 м на крупных.

*Элювиальные и солифлюкционные образования (e,s)*. Алевриты с дресвой и щебнем, алевриты с отломами и щебнем. Показаны на карте там, где невозможно изобразить отдельно элювий и солифлюксий. Мощность до 10 м.

*Коллювиальные и солифлюкционные образования (c,s)*. Глыбовники, щебенники, дресвяники и алевриты. Широко распространены в горной части

территории. Они выстилают склоны врезанных речных долин и в виде шлейфов залегают у их подножий. Образуются за счет осыпания пород при одновременном крипе и солифлюкционном течении грунта на склонах, осложненных многочисленными структурными террасами и, как следствие, имеющих переменную крутизну. Мощность до 25 м.

*Коллювий (с).* Глыбовники, отломники и щебень. Залегают в основании крутых склонов преимущественно на плато Путорана. К коллювиальным образованиям отнесены десперсий и дерупций мощностью до нескольких метров и развитые в многочисленных карах и на крутых склонах ложбин ледникового выпахивания. Мощность коллювия достигает 20 м.

*Делювиальные и солифлюкционные образования (d,s).* Дресва и щебень с алевритами. Развита на пологих склонах возвышенностей, где залегают в виде шлейфов, выклинивающихся вверх по склону. Состав целиком зависит от подстилающих пород. Наблюдается уменьшение размеров обломочного материала вниз по склону и параллельная ему слабоволнистая прерывистая слоистость. В нижних частях склонов, где преобладают мелкозернистые разности, появляются солифлюкционные террасы и делли. Мощность до 10 м.

*Элювий (е).* Глыбовники, отломники, щебенники, дресвяники и алевриты с отломами и щебнем. Выстилают площадки столовых останцов и структурных террас плато Путорана и Норильского плато. Состав целиком зависит от состава подстилающих пород. Сортировка и окатанность полностью отсутствуют. Основным агентом является физическое выветривание. В результате выноса мелкозема ветром, дождевыми и тальными водами на поверхности обычно залегают глыбы и щебень. Для траппов характерна параллелепипедальная отдельность крупнообломочной части, для осадочных – плитчатая. В северной части листа показан в гребневой части Джангодской гряды, где представлен алевритами и песками и развит по меловым пескам, алевритам, глинам, песчаникам и алевролитам. Мощность до 2 м.

#### *1.4.2. Тектоника*

В структурно-тектоническом отношении район изысканий охватывает три крупные структуры земной коры: западную часть Енисейско-Хатангского регионального прогиба, северо-восточную часть Западно-Сибирской плиты и северо-западные структуры древней Сибирской платформы.

В центральной части Енисей-Хатангского прогиба глубины достигают 10–12 км, а на его бортах в приграничных частях с Западно-Сибирской плитой и Сибирской платформой уменьшается до 5–7 км. В пределах северо-восточной части Западно-Сибирской плиты глубина до фундамента составляет от 2 до 4 км и резко увеличивается до 10 км на западной границе Сибирской платформы.

Развитие Енисейско-Хатангского регионального прогиба происходило от позднего триаса по кайнозой включительно и связано с образованием эпиплатформенного орогена Средней Сибири и Таймыра. Прогиб выполнен мезо-кайнозойским терригенным плитным комплексом. Своей южной частью прогиб наложен на структуры Сибирской платформы, а северной — на структуры Таймыра. Прогиб подчинён скрытой Рассохинско-Балахнинской рифтогенной системе дивергентно конвергентных дислокаций, представляет собой субширотно ориентированную структуру, погружающуюся по подошве юрских отложений в западном направлении.

Северо-западные структуры Сибирской платформы в пределах площади листа представлены валами (Самоедским, Агапским, Дудинским), Хантайско-Рыбнинским поднятием и прогибами (Норильско-Хараелахским, Ламско-Хантайским). Перечисленные структуры относятся к Игарско-Норильской палеорифтогенной системе, которая характеризуется повышенной подвижностью на протяжении всей истории развития региона и обладает глубинным строением свойственным краевым частям платформ. Для этого блока земной коры характерны глубокие прогибы в фундаменте, выполнение мощными (до 15 км) осадочно-вулканогенными толщами, горст-грабеновое строение и большая плотность

разломов, а также, повышенная мощность «базальтового» слоя и значительный объем магматических образований в верхней части разреза. Глубинное строение блока характеризуется присутствием промежуточного слоя между корой и мантией со скоростью продольных волн  $V_p = 7.3$  км/с на глубине 35 км. Для зоны Адлерской депрессии характерны антиклинали коробчатой, редко гребневидной формы и куполовидные, брахиформенные структуры, разделенные широкими синклиналями. Размеры отдельных складок: длина 3-12 м, ширина 1-2,5 км, углы падения пород на крыльях 15-30°, реже 40°. Северные крылья круче южных. Складчатость в зоне прерывистая, реже промежуточная.

#### *1.4.3. Полезные ископаемые*

Территория охватывает части Западно-Сибирской, Лено-Тунгусской нефтегазоносных провинций, а также Енисей-Хатангской, Восточно-Сибирской минерагенических провинций и включает месторождения, проявления, пункты минерализации всех групп полезных ископаемых. Наиболее значимыми полезными ископаемыми региона являются: нефть, газ, уголь каменный, медь, никель, кобальт, золото, платина, платиноиды и многочисленные месторождения строительных материалов.

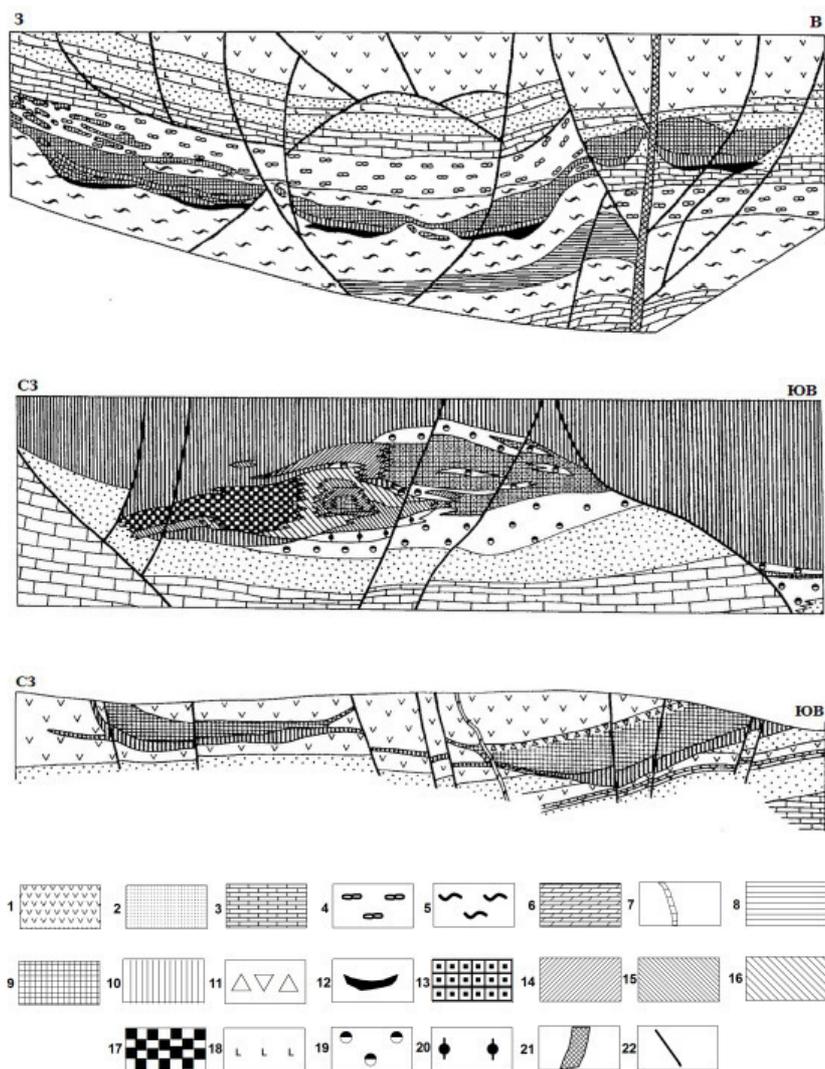


Рис. 1.4.3.1. Геологические разрезы месторождений Норильско-Талнахского рудного района:

А – Схематизированный геологический разрез Южно-Хараелахского рудного узла (соотношение ветвей дифференцированного интрузива);

Б – Геологический разрез сульфидной залежи на юге Талнахского месторождения;

В – Схематизированный геологический разрез месторождения Норильск 1

1–6 – стратифицированные образования: 1 – вулканические верхней перми–нижнего триаса; 2 – терригенные угленосные верхнего карбона–верхней перми; 3 – карбонатные (преобладают известняки) верхнего девона;

4 – сульфатно-карбонатные среднего девона; 5 – терригенно-карбонатные и сульфатно-карбонатные нижнего–среднего девона; 6 – карбонатные (преобладают доломиты) верхнего силура; 7–8 – интрузивные образования норильского комплекса раннего триаса: 7 – дайки оливиновых долеритов и микродолеритов; 8 – габбродолериты, микродолериты, долериты Нижнеталнахского интрузива (моронговский тип интрузий); 9–10 – норильско-талнахский тип интрузий: 9 – верхние контактовые долериты и габбродолериты, верхние такситовые безоливиновые и оливиновые габбродолериты, габбродиориты с включениями лейкогаббро; 10 – нижние контактовые долериты, нижние такситовые габбродолериты, пикродолериты с вкрапленными и прожилковыми медно-никелевыми рудами; 11 – эруптивные брекчии; 12–17 – массивные (богатые) медно-никелевые руды: 12 – без расчленения по составу; 13 – пентландит-халькопирит-пирротиновые; 14 – пентландит-кубанит-пирротиновые и пенталандит-пирротин-кубанитовые; 15 – пирротин-халькопирит-пентландит-кубанитовые и пентландит-халькопирит-кубанитовые; 16 – пенталандиткубанит-халькопиритовые; 17 – пенталандит-халькопиритовые; 18 – интрузивные образования ергалахского типа поздней перми – титан-авгитовые долериты; 19 – метасоматические образования кварц-альбитового, пироксен-альбитового, кварцпироксен-микроклинового, биотит-микроклинового состава; 20 – известковые скарноиды; 21–22 – разрывные нарушения: 21 – Норильско-Хараелахский разлом; 22 – прочие.

## 1.5. Гидрогеологические условия

Рассматриваемая территория находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Под руслами крупных рек (Енисей, Пясины) и озер (Пясины, Мелкое, Глубокое и др.) присутствуют талики. На юге территории в долине Енисея и Хантайского водохранилища развита островная мерзлота. Территория Норильского промышленного района входит в Тунгусскую гидрогеологическую провинцию Восточно-Сибирского гидрогеологического региона. В пределах района выделяются три гидрогеологических подпровинции - Путоранский, Хатангский и Норильский бассейны подземных вод.

Путоранский бассейн пластовых и покровно-потоковых подмерзлотных напорных вод охватывает северо-восточную часть района и выделяется в контуре поверхности плато Хараелах. Для него характерно наличие наиболее мощной (до 400 м) толщи ММП и высоконапорных подмерзлотных вод, разгрузка которых происходит через немногочисленные сквозные талики под крупными реками и по разрывным нарушениям в толще туфолав.

Хантайский бассейн пластовых и блоково пластовых напорных вод охватывает территорию Норильско-Рыбнинской равнины, сложенной палеозойскими карбонатными и галогенными породами. Здесь развита толща ММП мощностью до 100 м.

Водовмещающими породами на большей части территории служат четвертичные отложения различного генезиса, а на участках, где четвертичный покров отсутствует - коренные породы. Питание подземные воды СТС получают за счет инфильтрации осадков, вытаявания линз и прослоев льда в водовмещающих породах.

Воды надмерзлотных (несквозных таликов) приурочены к современным и верхнечетвертичным аллювиальным и аллювиально-озерным отложениям. Водоносные горизонты функционируют круглогодично под руслами рек и озерными котловинами. Мощность водоносных горизонтов определяется глубиной надмерзлотных таликов; в зависимости от линейных размеров, глубины водоемов и водотоков, а также литологического состава водовмещающих пород она изменяется от 5-10 м до 20-40 м и более.

Воды сквозных таликов приурочены к долинам крупных водотоков и котловинам наиболее крупных озер, а также к зонам отдельных тектонических нарушений. Питание вод сквозных таликов осуществляется за счет поверхностных вод, вод сезонноталого слоя и надмерзлотных таликов, а также за счет разгрузки подмерзлотных вод в зонах тектонических нарушений и зонах трещиноватости в кровле коренных пород. Подмерзлотные воды распространены на территории Норильского промышленного района повсеместно; по составу водовмещающих пород этот класс подземных вод включает в себя поровые воды четвертичных отложений и трещинные воды коренных пород.

Подмерзлотные воды четвертичных отложений на территории Норильского промышленного района распространены в Норильско-Рыбнинской долине. Площадное распространение водовмещающих пород и их мощность здесь определяются мощностью ММП и литологическим составом талых четвертичных отложений.

## **1.6. Геологические процессы и явления**

В районе проведения работ выявлены геологические, инженерно-геологические и криогенные процессы, развитие и распространение которых следует учитывать при проведении строительных работ.

В районе изысканий широко развиты экзогенные геологические процессы и сопровождающие их явления.

На территории, где преобладает денудация развит такой процесс, как нивация. Также на склонах можно увидеть такие образования как курумы. Чаще всего курумы можно приурочить к долинам временных водотоков.

На участках где можно наблюдать стабилизацию денудации в горной части района, распространен процесс морозной сортировки пород. Наличие сильнольдистых грунтов на участке работ предполагает развитие термокарста.

Вниз по склону, где преобладает аккумуляции, и разрез представлен тонкодисперсными отложениями, развит такой процесс как солифлюкция, проявляющийся в рельефе в виде валов и гряд в основании увлажненных склонов.

На локальных участках стабилизации денудации в горной части района распространены процессы морозной сортировки пород.

В равнинной части района, являющейся областью относительной стабилизации, криогенные процессы отличаются большим разнообразием, в особенности в пределах Норильско-Рыбинской равнины. На участках распространения сильнольдистых отложений (льдистость свыше 0.4 дол. ед.) широко проявляется морозобойное растрескивание, приводящее к формированию на поверхности полигонально-блочного рельефа, а в трещинных зонах - грунтовых жил. На блоках широко распространены пятна - медальоны и сезонные бугры пучения.

Термокарст развит практически повсеместно вследствие преобладания в разрезе высокольдистых глинистых отложений. На ранних стадиях его развитие приводит к образованию термокарстовых воронок, а по завершении - термокарстовых озер.

### **1.7. Общая инженерно-геологическая характеристика района**

Территория изысканий находится в регионе сопряжения Восточно-Саянского антиклинория и Сибирской платформы, в пределах Северо-Сибирской низменной равнины, Норильско-Рыбинской долины, входящей в

состав Средне-Сибирского плоскогорья. Для территории характерен выровненный антропогенный рельеф, с абсолютными отметками от 211,51 до 225,72 м. На территории изысканий развит процесс морозного пучения (75 % площади). При оттаивании льда возможно образование термокарстовых провалов в районе скв.1, скв.2, скв.3.

Участок работ сложен аллювиальными грунтами – суглинками слабодистыми с содержанием обломочного материала до 50%. Коренные породы представлены габбро-долеритами прочными и очень прочными, слабовыветрелыми, морозными. Район относится к третьей категории сложности инженерно-геологических условий.

## **2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

### **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ**

#### **2.1. Рельеф участка**

Участок работ располагается на измененном рельефе, в черте активной застройки. Верхняя часть разреза сложена насыпными техногенными грунтами, которые преимущественно представлены щебенистым, глыбовым грунтами и металлургическим шлаком

Абсолютные отметки колеблются от 214,6 (СКВ.3) до 216 м (СКВ.4). Перепад высот в пределах участка от 1 до 2 м.

Исследуемая площадка изысканий находится на застроенной территории, где в процессе эксплуатации произошли изменения инженерно-геокриологических условий – деградация мерзлоты.

#### **2.2. Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости**

В инженерно-геологическом строении территории изысканий на исследуемую глубину до 25,0 м принимают участие следующие комплексы пород, отличные по составу и генезису.

Отложения четвертичного возраста распространены на всей территории участка изысканий, и по генезису выделяются современные техногенные, биогенные, аллювиальные, делювиальные и элювиальные отложения.

*Биогенные отложения* представлены торфом средней степени разложения, имеют локальное распространение в пределах исследуемой территории, залегают в виде слоев и прослоев в интервале глубин 0,0-5,0 м, мощностью 0,6-2,2 м.

*Аллювиальные отложения* представлены крупнообломочным галечниковым грунтом, суглинками с включениями до 25% и суглинками гравелистыми различными по консистенции, мерзлыми. Аллювиальные

отложения имеют повсеместное распространение. Вскрытая мощность аллювиальных отложений изменяется от 0,8 до 12,0 м.

Комплекс мезозойских отложений, представлен на участке изысканий габбро-долеритами триасового возраста.

*Интрузивные магматические породы* (коренные) представлены габбро-долеритами прочными и очень прочными, залегают в основании территории изыскания в интервале глубин от 1,3 до 22,0 м. Вскрытая мощность коренных пород 1,0-12,0 м.

## **2.3. Физико-механические свойства грунтов**

### *2.3.1. Характеристика физико – механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-11) и закономерности их пространственной изменчивости*

По генезису на изучаемом участке выделяются биогенные ( $bQ_{IV}$ ), аллювиальные ( $aQ_{IV}$ ) отложения и раннетриасовые интрузии ( $T_1$ ).

Биогенные отложения представлены торфом средней степени разложения, мерзлым, сильнольдистым. Льдистость за счет видимых включений  $i_i$  находится в интервале  $0,40 < i_i < 0,60$ . Суммарная влажность колеблется от 2,95 до 4,19 д.е., среднее значение 3,8 д.е. Значение естественной плотности варьирует от 0,95 до 1,11 г/см<sup>3</sup>, плотность частиц изменяется в пределах от 1,11 до 1,18 г/см<sup>3</sup>, среднее значение 1,15 г/см<sup>3</sup>. Среднее значение коэффициента пористости равно 3,98 д.е. по степени засоленности торф является незасоленным, среднее значение 0,1 %.

Суглинки залегают под торфом. Согласно классификации ГОСТ 25100-11 по гранулометрическому составу и числу пластичности – суглинки легкие пылеватые. Число пластичности находится в интервале от 0,073 д.е. до 0,106 д.е., среднее значение равно 0,09 д.е. По показателю текучести суглинки мягко- и тугопластичные, значения изменяются от 0,263 до 0,736 д.е. Среднее значение коэффициента пористости равно 0,76 д.е. плотность равна 1,92 г/см<sup>3</sup>, плотность частиц – 2,70 г/см<sup>3</sup>, среднее значение плотности

скелета равно  $1,54 \text{ г/см}^3$ . Суглинки слабольдистые, льдистость за счет видимых включений находится в интервале  $0,03 < i < 0,20$

Ниже по разрезу залегают суглинки с содержанием гальки и гравия до 25%. По гранулометрическому составу, согласно ГОСТ 25100, суглинки – легкие песчанистые. Среднее число пластичности составляет 10,7 %. Влажность изменяется от 21% до 28%. По показателю текучести туго-мягкопластичные, значение показателя изменяется в интервале от 0,36 до 0,75 д.е. Среднее значение показателя текучести равно 0,6. Значение пористости изменяется от 45% до 48%. Плотность суглинка равна  $1,9 \text{ г/см}^3$ , плотность частиц –  $2,8 \text{ г/см}^3$ , плотность скелета –  $1,5 \text{ г/см}^3$ . Суглинки слабольдистые, льдистость за счет видимых включений находится в интервале  $0,03 < i < 0,20$

Скальный грунт, залегающий в основании разреза представлен габбро-долеритом, мелкозернистым. Средняя плотность камня равна  $2,83 \text{ г/см}^3$ , истинная плотность равна 2,88. По коэффициенту пределам прочности на одноосное сжатие в воздушно-сухом и водонасыщенном состоянии – габбро-долерит очень прочные ( $R_{сж} = 194,85$ ,  $R_{сж}=169,53$ ). Грунт морозный, температура залегания грунта  $T=-2,8$

В результате проведенных исследований установлено, что грунты на площадке изысканий характеризуются высокой степенью коррозионной агрессивности по отношению к углеродистой и низколегированной стали.

Грунты по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля характеризуются высокой степенью агрессивности.

Все вскрытые на участке грунты не засолены.

Насыпные грунты на участке работ отсутствуют.

### *2.3.3 Выделение инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-12)*

**Инженерно-геологический элемент (ИГЭ)** – объем грунта одного возраста, происхождения и вида, характеристики свойств которого в пределах выделенного элемента являются статистически однородными и

изменяются случайно (незакономерно) либо если наблюдающейся закономерностью можно пренебречь.

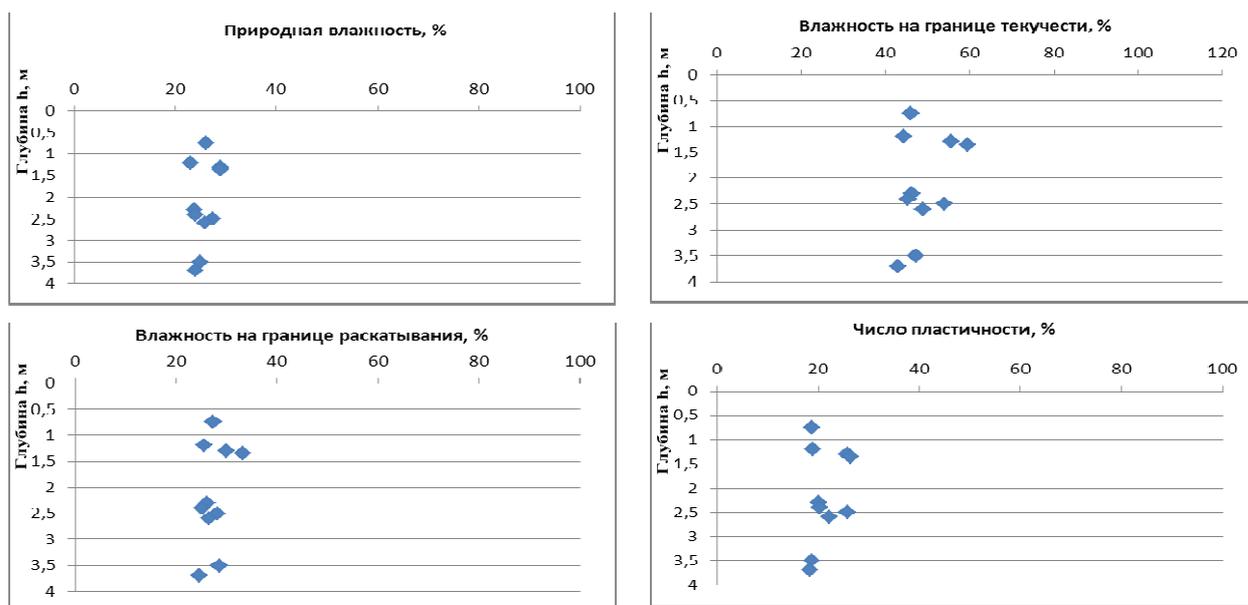
Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с ГОСТ 20522-96, согласно которому исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.

На основании выполненных лабораторных работ проведено предварительное разделение на ИГЭ с учетом происхождения и вида.

В соответствии с ГОСТ 20522-12 предварительно можно выделить 5 инженерно-геологических элементов: торф ( $bQ_{IV}$ ), лед, суглинок гравелистый ( $aQ_{IV}$ ), суглинок с галькой ( $aQ_{IV}$ ), габбро-долерит ( $T_1$ ).

По исходным данным строятся графики изменчивости свойств с глубиной. Согласно ГОСТ 20522-12, характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ.

На рисунке 2.1 приведены графики изменчивости  $W$ ,  $I_L$ ,  $I_p$ ,  $W_p$ ,  $W_L$ ,  $e$  одного предварительно выделенного ИГЭ - суглинка ( $aQ_{IV}$ ) по глубине.



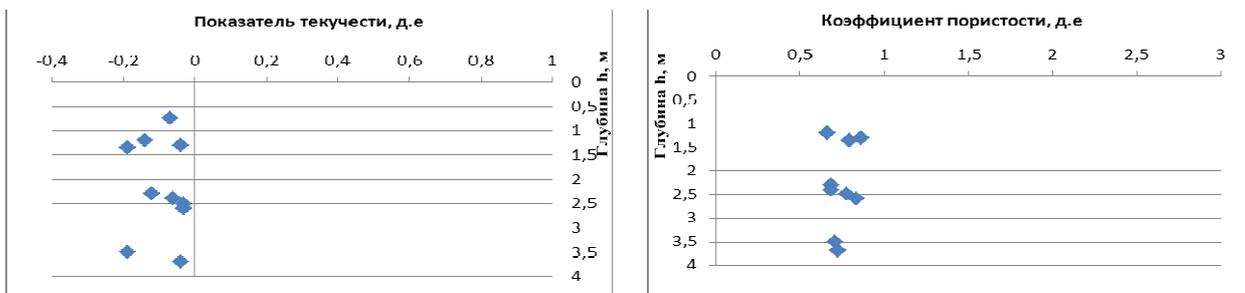


Рис. 2.1 Изменчивость показателей суммарной влажности  $W$ , влажности на границе текучести  $W_L$ , влажности на границе раскатывания  $W_p$ , числа пластичности  $I_p$ , показателя текучести  $I_L$ , коэффициента пористости  $e$  суглинки по глубине

Полученные графики позволяют нам сделать вывод, что в пределах предварительно выделенного ИГЭ характеристики изменяются закономерно, поэтому этот элемент принимают за окончательный независимо от значений коэффициента вариации характеристик.

Аналогичным образом строятся графики для всех предварительно выделенных ИГЭ.

При наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ.

По ГОСТ 20522-12 дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие

$$V < V_{доп.}, \tag{2.1}$$

где  $V$  – коэффициент вариации;

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

Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, дальнейшее разделение ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие 2.1.

Для проверки правильности выделения ИГЭ выполняется расчет коэффициента вариации.

Вычисляют коэффициент вариации  $V$  по формуле 2.2:

$$V = \frac{S}{X_i}, \quad (2.2)$$

где  $X_i$  - частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных  $i$  опытов

$S$  - среднее квадратическое отклонение характеристики, вычисляемое по формуле 2.3

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}, \quad (2.3)$$

Проанализировав графики и рассчитав коэффициент вариации для остальных предварительно выделенных ИГЭ, окончательно можно выделить 6 инженерно-геологических элемента (Приложение 1). Наименование дается в соответствии с ГОСТ 25100-95:

1. Торф мерзлый, сильнольдистый, средней степени разложения (bQIV)
2. Суглинок гравелистый, слабольдистый, по показателю текучести – тугопластичный (aQIV)
3. Суглинок слабольдистый с содержанием гальки и гравия до 25%, по показателю текучести мягкопластичный (aQIV)
4. Габбро-долерит очень прочный (Т<sub>1</sub>)

#### *2.3.4 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов*

Согласно СП 22.13330.2016 [28] (п.5.3.14), расчетные значения характеристик грунтов устанавливаются на основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-12.

Согласно ГОСТ 20522-96 нормативное значение характеристик выделенных ИГЭ рассчитывается как среднее значение показателей физико-механических свойств грунтов этих ИГЭ.

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (2.4)$$

где  $n$  – число определений характеристики;

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

Расчетное значение, согласно ГОСТ 20522-96 [16], представляет собой нормативное значение характеристик выделенных ИГЭ деленное на коэффициент надежности (безопасности) по грунту.

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (2.5)$$

где  $\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту, который равен (формула 2.6):

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha}, \quad (2.6)$$

где  $\rho_\alpha$  – показатель точности  $X_n$ , который находится по формуле (2.7):

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}} \quad (2.7)$$

где  $t_\alpha$  – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2 ГОСТ 20522-12[16] приложения Ж в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности  $\alpha$  и числа степеней свободы  $K = n - 1$ .

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2016 [28] доверительная вероятность  $\alpha$  расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности  $\alpha = 0,95$ , по деформации -  $\alpha = 0,85$ .

Для выделенных элементов составляем таблицу нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов, которая представлена на листе 3 графических приложений.

## **2.4. Гидрогеологические условия**

В период проведения изыскательских работ подземные воды встречены не были. Учитывая геологические, гидрогеологические условия площадки изысканий, следует учесть наличие сезонно-действующих подземных вод в слое сезонного оттаивания во время таяния снегов и инфильтрации атмосферных осадков. Появление данного типа вод характерно для летне-осеннего периода.

В теплый период года на участках распространения многолетнемерзлых пород формируется водоносный горизонт типа «верховодки» в деятельном слое.

Воды сезонно-талого слоя относятся к надмерзлотным.

Сезонно промерзающие надмерзлотные воды представляют собой верховодку, образующуюся в пределах небольшого (от 0,0 до 3,5 м) деятельного слоя, оттаивающего в летний период и вновь промерзающего с наступлением морозов.

Основным источником питания надмерзлотных вод являются атмосферные осадки, минерализация их является невысокой, но зато они богаты органическими веществами и кислородом. Температура вод низка и редко выходит за пределы 0-5°.

Надмерзлотные воды, ограниченные снизу мерзлым водоупором, при зимнем промерзании увеличиваются в объеме и развивают большое гидростатическое давление.

## **2.5. Геологические процессы и явления**

В районе проведения работ выявлены геологические, инженерно-геологические и криогенные процессы, развитие и распространение которых следует учитывать при проведении строительных работ.

В районе изысканий широко развиты экзогенные геологические процессы и сопровождающие их явления.

На участках преобладающей денудации (горная и предгорная части района наиболее развиты процессы криогенного выветривания, в частности, одна из его разновидностей - нивация. На склонах развивается процесс курумообразования (плато Норильское). Нередко курумы приурочены к долинам временных водотоков (плато Хараелах).

В нижней части склонов, в области преобладающей аккумуляции, где в разрезе присутствуют тонкодисперсные отложения, а также на склонах речных долин и озерных котловин, развиты процессы солифлюкции, проявляющейся в рельефе в виде валов и гряд в основании увлажненных склонов.

На локальных участках стабилизации денудации в горной части района распространены процессы морозной сортировки пород.

В равнинной части района, являющейся областью относительной стабилизации, криогенные процессы отличаются большим разнообразием, в особенности в пределах Норильско-Рыбнинской равнины. На участках распространения сильнольдистых отложений (льдистость свыше 0.4 дол. ед.) широко проявляется морозобойное растрескивание, приводящее к формированию на поверхности полигонально-блочного рельефа, а в трещинных зонах - грунтовых жил. На блоках широко распространены пятна - медальоны и сезонные бугры пучения.

Термокарст развит практически повсеместно вследствие преобладания в разрезе высокольдистых глинистых отложений. На ранних стадиях его развитие приводит к образованию термокарстовых воронок, а по завершении - термокарстовых озер.

Многие озера в пределах равнины имеют термокарстовое происхождение, о чем свидетельствует их изометрическая форма, плоская котловина и незначительная глубина. Для данного геоморфологического элемента процесс циклического взаимопреобразования термокарстовых озер

и инъекционных бугров пучения является основным рельефообразующим фактором.



Рис. 2.5.1 Замершее озеро на территории НМЗ

В долинах рек, где распространены подрусловые надмерзлотные или сквозные талики, в которых функционируют напорно- безнапорные водоносные горизонты развивается наледообразование.

## **2.6. Оценка категории сложности инженерно – геологических условий участка**

Оценка категорий сложности инженерно – геологических условий участка производится по совокупности факторов, указанных в СП 11-105-97 (приложение Б). Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

На рассматриваемом участке следующие инженерно-геологические условия:

- По генезису в пределах участка изысканий вскрыты биогенные отложения ( $bQ_{IV}$ ), аллювиальные отложения ( $aQ_{IV}$ ) и раннетриасовые интрузии ( $T_1$ ).
- Не более пяти различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием, мощность которых изменяется.
- Водоносный горизонт на площадке не вскрыт.
- Геологические и инженерно-геологические процессы имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.
- В пределах участка присутствуют специфические грунты. Имеют ограниченное распространение и не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.
- Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений и проведение инженерно-геологических изысканий.

По совокупности факторов инженерно-геологических условий участок работ относится к III категории сложности.

## **2.7. Прогноз изменения инженерно – геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации**

На основании полученных данных, исходя из инженерно-геокриологических условий площадки изысканий и условий эксплуатации зданий и сооружений территории, проектирование рекомендуется осуществить по I принципу согласно СП 25.13330.2012.

Грунты, слагающие площадку строительства, относятся к I, II и III категории по сейсмическим свойствам (согласно СП 14.13330.2011, Табл.1).

Для рассматриваемой площадки с учетом ее предназначения следует использовать карту ОСР-97-В. Таким образом, для рассматриваемой территории исходную интенсивность сейсмических воздействий в районе площадки следует принять равной 5 баллам по шкале MSK-64. На таком же уровне следует принять и исходную сейсмичность самой площадки.

Поскольку по результатам проведенных инженерно-геологических изысканий значительного изменения (повышения или понижения) уровня грунтовых вод в результате хозяйственного освоения площадки не ожидается, а также не ожидается других изменений, способных привести к существенным изменениям сейсмических свойств грунтов, то можно прогнозировать сохранение сейсмичности площадки в период строительства и эксплуатации объектов.

### 3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

## ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ

### 3.1. Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания.

#### Конкретные задачи изысканий

Под сферой взаимодействия сооружения с геологической средой следует понимать массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режимов. [7].

Сфера взаимодействия определяется в том случае, если:

1. Определено точное местоположение проектируемого сооружения.
2. Разработаны его конструкции и режим эксплуатации (таблица 3.1).
3. Выявлены и изучены геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

На данном участке проектируется два здания, одинаковой этажности и с одинаковыми нагрузками на грунты оснований. В связи с высокой сейсмичностью участка рекомендуется свайный фундамент.

Таблица 3.1

Техническая характеристика сооружений

Наименование сооружения	Габариты (длина* ширина, ) м	Тип фунда-мента	Этажность	Нагрузка на опору, кН	Предполагаемая глубина заложения свай, м	Наличие подвалов	Уровень ответственности
Склад 1	50*20	свайный	1	до 1000	5	-	II
Склад 2	50*20	свайный	1	до	5	-	II

				500			
--	--	--	--	-----	--	--	--

Сфера воздействия проектируемого сооружения, на свайном фундаменте, на геологическую среду ограничена:

- по площади–контуром расположения проектируемого сооружения и территорией благоустройства (2-3м);
- по глубине – нижняя граница активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него.

Согласно пункту 8.7 СП 11-105-97 [26] глубину горных выработок для свайных фундаментов в дисперсных грунтах следует принимать, как правило, ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 5 м (СНиП 24.13330-2011 [27]).

Глубина погружения свай под здание склада 2 в соответствии с техническим заданием, составляет 5 м, соответственно глубина взаимодействия составляет:  $H_{1с.в.} = 5 + 5 = 10$  м

Согласно СП 11-105-97, границами сферы взаимодействия здания с геологической средой в плане будут являться размеры здания и дополнительно 1-2 м (с каждой стороны) – территория благоустройства. Территория благоустройства принимается равной 2м.

В связи с тем, что в проекте будут использованы свай-стойки под проектируемое сооружение склада 1, расчетная схема для этого сооружения не составляется.

Исходя из этого, размеры сферы взаимодействия будут равны:

Склад 2:

- по площади – 50×20 м;
- по глубине –10 м.

После проведенных расчетов, определяем глубины горных выработок. Они будут равны 7-10 м.

После проведения анализа взаимодействия проектируемого здания и геологической среды, составляем расчетную схему основания.

Расчетная схема представляет собой инженерно-геологический разрез, на котором отображена сфера взаимодействия и показаны технические характеристики сооружения.

Конкретные задачи изысканий определяются после построения расчетной схемы с учетом требований нормативных документов:

1. Изучение геологического строения и гидрогеологических условий;
2. Определению физико-механических свойств грунтов оснований или среды;
3. Составлению инженерно-геологической модели оснований или среды сооружений;
4. Установлению обобщенных значений показателей;
5. Оценка инженерно-геологических условий строительства.

### **3.2 Обоснование видов и объемов работ**

Расчетная схема позволяет запроектировать виды, объемы и методы проведения работ.

Вне зависимости .

Таким образом, проектируются следующие виды работ:

- топогеодезические работы;
- проходка горных выработок;
- гидрогеологические исследования;
- опробование;
- лабораторные исследования грунтов, подземных вод;
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

Объёмы и виды проектируемых работ определяются типом сооружения, этапом исследований, сложностью инженерно-геологических условий с действующими нормами.

Для решения задач, поставленных на стадии рабочей документации необходимо провести следующие виды работ.

## *Топогеодезические работы*

Топогеодезические работы применяются с целью обеспечения буровых работ и опробования грунтов геодезической сеткой. Основными работами являются плановая и высотная привязка скважин. Проектируется планово-высотная привязка 6 устьев скважин.

## *Буровые работы*

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод;
- определения глубины залегания уровня подземных вод;
- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа;

Способы бурения, указанные в программе на инженерно-геологические изыскания, должны обеспечивать точность и высокую эффективность бурения, возможность изучения состава, состояния свойств грунтов, их текстурных особенностей.

Согласно с СП 11-105-97 (п.8.3), горные выработки следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений, в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах различных геоморфологических элементов.

Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с таблицей 8.1.СП 11-105-97 [26].

В соответствии с рекомендациями СП 11-105-97, для проектируемых зданий II уровня ответственности и III категории сложности инженерно-геологических условий, расстояние между горными выработками должно составлять 30-25 м и располагаться по контурам здания или осям. Общее количество горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее

трех, включая выработки, пройденные ранее (п.8.4 СП 11-105-97). Таким образом, проектируются бурение 6 дополнительных скважин под строительство двух хозяйственно-бытовых складов..

При расположении горных выработок по оси здания, расстояние между ними рассчитываем по формуле:

$$R_1 = \sqrt{(50^2 + 20^2)} / 2 = 26,9 \text{ м}$$

Рассчитанное расстояние между скважинами соответствует рекомендациям СП 11-105-97 п.8.4.

Схема расположения проектируемых зданий и проектных скважин представлена на листе 2 графических приложений. В соответствии со схемой расположения проектных работ необходимое количество скважин - 6, глубина выработок 7-10 м, общий объем бурения составляет 48 м.

### ***Опробование***

Инженерно-геологическое опробование проводится с целью получения классификационных показателей стратиграфо-генетических комплексов пород и определения физико-механических свойств грунтов. Опробуются все типы стратиграфических образований и литологических разностей пород, развитых в пределах площадки.

Отбор проб, обработка, хранение и транспортировка выполняются в соответствии с ГОСТ-12071-2000.

При отборе проб нарушенной структуры применяется точечный метод отбора проб. Точечный метод заключается в том, что отбирается один или несколько образцов небольшого размера. Для отбора образцов грунта с целью сохранения природной влажности производится бурение с пониженным числом оборотов бурового инструмента, не более 60 об/мин. Пробы нарушенной структуры отбираются с помощью лопаты. Пробы упаковываются в мешочек из ткани, вкладываются этикетки, завернутые в полиэтилен. На этикетке указывается название объекта, номер скважины и глубина отбора пробы. Для определения природной влажности проба

отбирается в алюминиевый буюкс с притертой крышкой. После чего мешки туго завязываются.

Все образцы с ненарушенной структурой, подлежат парафинированию с целью сохранения их целостности и природной влажности.

Каждая разность мерзлого грунта, выделенная по типу криотекстуры, опробуется бороздой для определения суммарной влажности (протяженность борозды не более 2,0 м). В пределах борозды отбирается монолит для определения объемного веса (плотности) и коэффициента сжимаемости грунта. Точечная проба должна быть представительной для данной разности грунта и характеризовать его особенности. Все пробы мерзлого грунта после отбора хранятся в термосумке и доставляются в хранилище с отрицательной температурой воздуха. Количество частных значений характеристик грунта для проектируемых сооружений приведены в таблицах 3.2 и 3.3.

Таблица 3.2

Количество частных значений характеристик грунта (под проектируемое сооружение склада 1)

ИГЭ	$\rho$	$\rho_s$	$W_{\text{сум}}$	$W_1$	$W_p$	гран- состав	E	Raf	Rc	Монолит
1. Торф мерзлый, сильнотыдый средней степени разложения	10	10	10	10	10	10	-	6	-	16
2. Лед	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6
3. Суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, гравелистый	10	10	10	10	10	10	-	6	-	16
4. Суглинок легкий песчаный, с галькой	10	10	10	10	10	10	6	6	-	22
5. Габбро-долерит очень прочный	10	10	-	-	-	-			12	12

Таблица 3.3

Количество частных значений характеристик грунта (под проектируемое сооружение склада 2)

ИГЭ	$\rho$	$\rho_s$	$W_{\text{сум}}$	$W_1$	$W_p$	гран- состав	E	R	Raf	Rc	Монолит
1. Торф мерзлый, сильнольдистый средней степени разложения	10	10	10	10	10	10	-	-	6	-	16
2. Лед	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6
3. Суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, гравелистый	10	10	10	10	10	10	-	-	6	-	16
4. Суглинок легкий песчаный, с галькой	10	10	10	10	10	10	6	6	6	-	28
5. Габбро-долерит очень прочный	10	10	-	-	-	-				12	22

### *Лабораторные исследования*

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-11, 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 [26].

Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод, а также водных вытяжек из глинистых грунтов необходимо выполнять в целях определения их агрессивности к бетону и стальным конструкциям, коррозионной активности к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабелей, оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов (карст, химическая суффозия и др.) и выявления ореола загрязнения подземных вод

и источников загрязнения [26]. Объемы проектируемых работ приведены в таблице 3.3.

### ***Камеральные работы***

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, карт различного содержания, графиков и т.д.;
- пояснительную записку
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов

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).

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Примечание
Топогеодезические работы	ед.	1	
Буровые работы	м	48	4*7м=28м 2*10=20м 2*8м=16м
Опробование		160	

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Примечание
Отбор проб ненарушенного сложения	монолит		
Лабораторные исследования			
Определение грансостава		60	
Определение суммарной влажности		60	
Определение границы текучести и раскатывания		60	
Определение плотности грунта		80	
Определение плотности частиц грунта		80	
Определение сопротивления сжатию		24	
Определения сопротивления мерзлых грунтов		6	
Определение сопротивления сдвигу по пов-ти смерзания		48	
Коррозионная активность к стали		6	
Коррозионная активность к бетону и железобетону		6	
Коррозионная активность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля		6	
Камеральные работа	отчет	1	

### 3.3 Методика проектируемых работ

#### *Топогеодезические работы*

Топографо-геодезические работы выполняются для планово-высотной выноски и привязки проектных и пробуренных по проекту скважин. Выноска точек заложения проектных скважин выполняется в соответствии требованиями «Инструкции по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS», Москва, ЦНИИГАиК, изд. 2002 г, «Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ», изд. 1997г. После окончания бурения осуществляется привязка фактического местоположения устья скважины, также, с помощью GPS - приемника или электронного геодезического оборудования.

Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений и данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе.

## ***Буровые работы***

Общий объем бурения составляет 48 п.м. (6 скважин). В рамках данного проекта применяются самоходные буровые установки УРБ-2А2-Д на базе Камаз.

Работы проводятся под постоянным личным контролем производителя работ.

Геолого-технические условия проходки скважин:

Все скважины - вертикальные;

Максимальная глубина всех скважин - 10 м;

Бурение скважин производится вращательным механическим способом самоходными буровыми установками;

При бурении выход керна должен составлять более 80%. Для обеспечения планируемого выхода керна предусматривается бурение укороченными рейсами до 1 м;

Минимальный допустимый диаметр бурения 112 мм.

Проектный литологический разрез на примере скважины №1 представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Проектный литологический разрез (на примере скважины №1)

№ п/п	Разновидности грунтов	Интервал залегания			Категория пород по буримости
		от	до	мощность	
1.	Торф	0,0	1,0	1,0	III
2.	Суглинок гравелистый, мягкопластичный	2,2	4,3	2,1	IV
3.	Суглинок с галькой, туго-мягкопластичный	4,3	5,0	0,7	IV
4.	Габбро-долерит слабыветрелый, очень прочный	5,0	10,0	5,0	IX

Как видно из таблицы разрез представлен породами различных категорий по буримости.

## **Конструкция инженерно-геологических скважин**

К конструкции инженерно-геологических скважин предъявляются следующие требования:

1. Конструкция инженерно-геологических скважин должна соответствовать современному состоянию производства изыскательских работ и отвечать требованиям по их соответствию развитию технического прогресса в сфере геологических изысканий. Конкретно, необходимо учитывать все более широкие применения в проведении изысканий полевых методов, постоянное совершенствование технологии и техники отбора монолитов в следствии внедрения грунтоносов, более широкого использования каротажных методов, новейшего опытно-фильтрационного оборудования.

2. Конструкция скважин должна учитывать все существующие нормативно-методические документы (СНиПы, инструкции, стандарты, указания и рекомендации). В соответствии с ГОСТ 12071-72 должны использоваться грунтоносы с внутренним диаметром не менее чем 9 см. Соответственно, диаметр скважин, используемых для отбора монолитов, должен быть не менее 127 мм в диаметре.

3. Конструкция скважины должна учитывать современное техническое состояние оснащения при проведении геологических изысканий буровыми станками и другим изыскательским оборудованием.

4. При создании конструкции скважин необходимо учитывать применение технологии прогрессивных методов бурения.

По своему назначению скважины делятся на 1) зондировочные, 2) разведочные, 3) гидрогеологические, 4) специальные

Конструкция скважины показана на листе графических приложений.

### **Выбор способа бурения**

При выборе способов бурения, конструкций скважин, типов буровых станков, инструментов и режимов выполнения проходки скважины решающее значение имеют следующие основные факторы:

- основное предназначение скважин;
- проектная глубина скважины;
- прочность пород и их устойчивость к обрушению стенок скважины;
- геологические условия ведения буровых работ.

Скважины планируется пройти колонковым механическим способом «всухую» с полным отбором керна.

Сущность **вращательного колонкового бурения** заключается в разрушении породы кольцевым забоем, что обеспечивает получение "керна" - столбика породы цилиндрической формы.

Диаметр породоразрушающего инструмента:

- в интервале 0,0-5,3 м – 151 мм;
- в интервале 5,3-10,0 м – 132 мм.

#### **Выбор буровой установки**

В проекте планируется использование буровой установки УРБ 2А2-Д (рис.3.1). Техническая характеристика приведена в таблице 3.5.

**Буровая установка УРБ 2А2 Д** предназначена для бурения геофизических и структурно-поисковых скважин на нефть и газ, разведки месторождений твердых полезных ископаемых, строительных материалов и подземных вод, **инженерно-геологических изысканий**, а также бурения водозаборных и взрывных скважин.

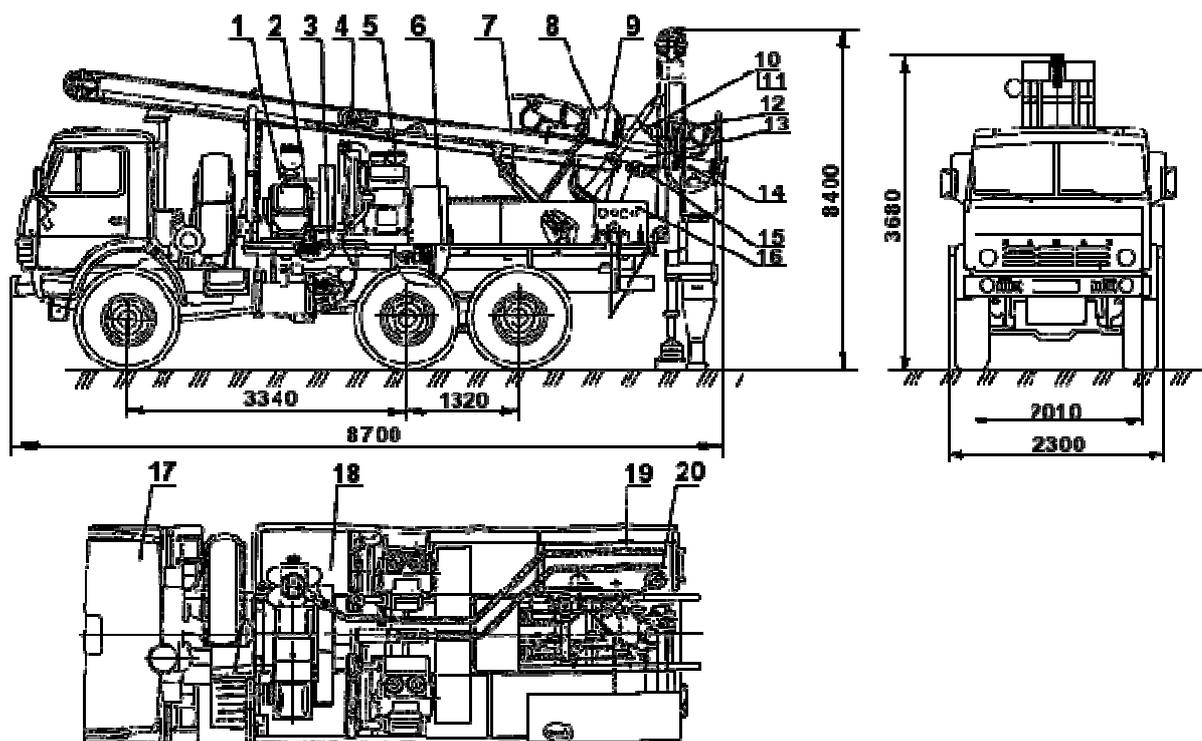


Рис. 3.1 Буровая установка УРБ-2А2-Д

1 - установка бурового насоса; 2 - коробка отбора мощности; 3 - привод бурового насоса; 4 - гидродомкрат; 5 - установка компрессоров; 6 - коробка раздаточная; 7 - цилиндр подъёма мачты; 8 - вращатель; 9 - каретка; 10 - элеватор; 11 - патрон для шнеков; 12 - герметизатор; 13 - мачта; 14 - домкрат опорный; 15 - талевая система; 16 - управление; 17 - автомобиль; 18 - рама; 19 - распределитель; 20 - обвязка гидросистемы.

Буровая установка имеет перемещающийся вращатель с гидроприводом, который используется в процессе бурения, наращивания бурильного инструмента без отрыва его от забоя и выполняет совместно с гидроподъемником работу по спуску-подъему инструмента и его подачу при бурении. С помощью вращателя обеспечивают также свинчивание-развинчивание бурильных труб, благодаря чему отпадает необходимость в специальных механизмах для этой цели.

Управление установкой полностью гидрофицировано, в том числе подъем-опускание мачты и сконцентрировано на пульте управления. Конструкцией установки предусматривается возможность бурения скважин с очисткой забоя промывкой или продувкой (в том числе и пневмоударниками), для чего используются буровой насос или компрессор, а также бурение шнековым способом. Быстрый переход с одного способа бурения на

другой делает целесообразным применение бурения комбинированного (шнекового с переходом на промывку или продувку).

Таблица 3.5

Техническая характеристика установки УРБ-2А2-Д

Допускаемая нагрузка на крюке (элеваторе), кН (кгс), не более,	50(5000)
Угол бурения, град	90
Длина свечи, м	4,5
Шасси	Камаз 43114
Буровой станок	УРБ 2А2д
Глубина бурения номинальная, м	100
Частота вращения шпинделя, об/мин:	
наименьшая, не более	27
наибольшая, не менее	325
Максимальное усилие развиваемое гидравлическими цилиндрами вращателя, кН	2000(200)
Скорость подъема бурового снаряда, мс:	1,2
Мачта:	
Грузоподъемность мачты, т, максимальная	2,5
подъем и опускание мачты	гидравлическое
Габаритные размеры установки, мм, не более	
длина	8700
ширина	2500
высота	3980

### Буровой инструмент

*Породоразрушающий инструмент.* Проектом предусмотрено использование твердосплавных коронок типа СМ5, СА6 (Рис.3.2, рис.3.3)



Рис.3.2 Твердосплавные коронки типа СМ5, СА6

Таблица 3.6

## Технические характеристики твердосплавной коронки CM5, CA6

Шифр коронки	Диаметр (наружный/внутренний), мм	Резьба по ГОСТ 6238, мм	Масса, кг, не более
CM5-132	132/114	122x4	1,00
CA6-112	112/92	112x4	0,85

*Бурильные трубы* служат для спуска бурового снаряда в скважину, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины, подъема бурового снаряда из скважины, транспортировки керна и ликвидации аварий. Проектируется использование стальных бесшовных труб ТБСУ 63,5.

*Колонковые трубы* предназначены для приёма керна, последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения.

*Обсадные трубы* предназначены для закрепления неустойчивых стенок скважин, перекрытия напорных и поглощающих горизонтов, изоляции вышележащих толщ от продуктивных залежей с целью их опробования или эксплуатации и для других целей.

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы (рис.3.4). В соответствии с таблицей Г1 ГОСТ 12071-2000 для глинистых грунтов твердой, мягкопластичной консистенции используются вдавливаемые грунтоносы ГВ-1, ГВ-3. Техническая характеристика грунтоносов находится в таблице 3.7.



Рис.3.4 Грунтонос вдавливаемый [67]

Таблица 3.7

Техническая характеристика грунтоносов

	ГВ-1	ГВ -3
Наружный диаметр грунтоноса, мм	108	116
Длина, мм	605	785
Наружный диаметр корпуса, мм	108	108
Диаметр входного отверстия башмака, мм	96	96
Длина керноприемной гильзы, мм	-	450
Наружный диаметр гильзы, мм	-	100
Внутренний диаметр гильзы, мм	-	97
Угол заточки башмака, град.	7	10
Масса грунтоноса, кг	8,6	13,5

***Полевые исследования грунтов***

***Опробование грунтов***

Инженерно-геологическое опробование проводилось с целью получения классификационных показателей стратиграфо-генетических комплексов пород и определения физико-механических свойств грунтов. Опробовались все типы стратиграфических образований и литологических разностей пород, развитых в пределах площадки.

Отбор проб, обработка, хранение и транспортировка выполнялись в соответствии с ГОСТ-12071-2000.

При отборе проб нарушенной структуры применялся точечный метод отбора проб. Точечный метод заключался в том, что отбирался один или несколько образцов небольшого размера. Для отбора образцов грунта с целью сохранения природной влажности производилось бурение с пониженным числом оборотов бурового инструмента, не более 60 об/мин.

Пробы нарушенной структуры отбирались с помощью лопаты. Пробы упаковывались в мешочки из ткани, вкладывались этикетки, завернутые в полиэтилен. На этикетке указывались название объекта, номер скважины и глубина отбора пробы. Для определения природной влажности проба отбиралась в алюминиевый буюкс с притертой крышкой. После чего мешки туго завязывались.

Все образцы с ненарушенной структурой, подлежали парафинированию с целью сохранения их целостности и природной влажности.

Технология парафинирования образцов, отобранных без жесткой тары, заключалась в следующем: образец очищался от грязи и тщательно выравнивался ножом, на верхнюю грань монолита клали этикетку, после чего монолит плотно и ровно обматывался марлей, пропитанной расплавленным парафином, и несколько раз погружался в расплавленный парафин. Затем образец вторично обматывали слоем марли (также пропитанной парафином) и покрывали слоем парафина.

Для плотного прилегания слоя смеси к поверхности грунта, стенки монолита разглаживались ладонями. К верхней поверхности запарафинированного монолита привязывался второй экземпляр этикетки, предварительно смоченной расплавленным парафином, после чего образец покрывался тонким слоем парафина.

Каждая разность мерзлого грунта, выделенная по типу криотекстуры, опробуется бороздой для определения суммарной влажности (протяженность борозды не более 2,0 м). В пределах борозды отбирается монолит для определения объемного веса (плотности) и коэффициента сжимаемости грунта. Точечная проба должна быть представительной для данной разности грунта и характеризовать его особенности. Все пробы мерзлого грунта после отбора хранятся в термосумке и доставляются в хранилище с отрицательной температурой воздуха.

Гидрогеологическое опробование производилось при подсечении водоносного горизонта, с целью изучения химического состава грунтовых

вод и оценки степени агрессивного воздействия воды на конструкции из железобетона и металла. Пробы воды были отобраны из каждой скважины, где был вскрыт водоносный горизонт.

Пробы воды отбирались после предварительного тартания и осветления в пластиковые бутылки с хорошо притертой пробкой, с добавлением химически чистого  $\text{CaCO}_3$ .

Объем одной пробы составил 3 литра. Отбор, хранение и транспортировка проб воды осуществлялась в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000.

### *Лабораторные исследования*

Лабораторные исследования грунтов по определению физико-механических свойств грунтов должны производиться с соблюдением требований ГОСТ 12536-14, ГОСТ 5180-15, ГОСТ 23740-16, ГОСТ 82690-97, ГОСТ 9.602-2016, ГОСТ 26423-85, ГОСТ 26424-85, ГОСТ 26425-85, ГОСТ 26426-85, ГОСТ 26428-85, ГОСТ 12248-2010, ГОСТ 24941-81, ГОСТ 25584-16.

Физические свойства грунтов характеризуют физические показатели. Некоторые (основные характеристики) принято считать независимыми. Их значения либо в лаборатории либо в полевых условиях.. Другие (производные характеристики) можно вычислить по формулам через другие характеристики, определенные опытным путем. Число основных характеристик соответствует фазности грунта. Так, для грунтов трехфазных (состоящих из минеральных частиц, воды в жидком состоянии и воздуха) число независимых (основных) характеристик равно трем. К ним относятся: плотность грунта, плотность частиц грунта и его влажность в естественном состоянии. У грунтов двухфазных (насыщенных водой) независимых характеристик две: плотность частиц грунта и влажность. К производным показателям физических свойств грунтов, определяемым через основные, относятся: коэффициент пористости, коэффициент водонасыщения, плотность сухого грунта, удельный вес грунта,

удельный вес частиц грунта, удельный вес во взвешенном состоянии и некоторые другие показатели.

Физические характеристики грунтов важны при строительстве зданий и сооружений.

Удельный вес определяет напряжение от собственного состояния грунта. Данный показатель используется в расчетах устойчивости грунтовых откосов и оснований.

Показатель суммарной влажности характеризует отношение массы всей воды в мерзлом грунте к массе скелета грунта.

Коэффициент водонасыщения служит для оценки степени заполнения пор водой и определения его фазности. Он используется при выборе методов искусственного уплотнения грунтов, оценке их просадочности и т.п. Плотность сухого грунта является основным показателем, по значению которого оценивается качество возведения различных сооружений из грунта (насыпи, дамбы, искусственные основания и т.п.). Существует определенная связь между перечисленными выше физическими характеристиками и механическими характеристиками грунта, такими как: модуль деформации, угол внутреннего трения и сцепления. Определив значения физических показателей грунта, можно по таблицам норм установить приближенные значения его механических характеристик.

Определение гранулометрического (зернового) состава грунта проводится согласно ГОСТ 12536-14 ситовым и ареометрическим методами.



Рис. 3.7 Определение гранулометрического состава [67]

Определение гранулометрического состава грунта заключается в его разделении на фракции и установлении их процентного содержания.

Выполнение работы:

Перед проведением испытания грунт должен находиться в воздушно-сухом состоянии. Отдельные комочки грунта необходимо растереть резиновым пестиком в фарфоровой ступке.

Масса средней пробы должна составлять: для грунтов, не содержащих частиц размером более 2 мм, – 100 г; для грунтов, содержащих до 10 % (по массе) частиц размером более 2 мм, – не менее 500 г; для грунтов, содержащих от 10 до 30 % частиц размером более 2 мм, – 1000 г; для грунтов, содержащих свыше 30 % частиц размером более 2 мм, – не менее 2000 г. Отобранная проба взвешивается на весах с точностью до 0,01 г. Сита монтируются в колонку от поддона в порядке увеличения отверстий. На верхнее сито надевается крышка. Взвешенную пробу грунта следует просеять сквозь набор сит с поддоном ручным способом путем неоднократного встряхивания. Полноту просеивания фракций грунта проверяют встряхиванием каждого сита над листом белой бумаги. Если при этом на лист выпадают частицы, то их высыпают на следующее сито; просев продолжают до тех пор, пока на бумагу перестанут выпадать частицы.

Фракции грунта, задержавшиеся после просеивания на каждом сите и прошедшие в поддон, следует перенести в заранее взвешенные фарфоровые чашечки и взвесить. Каждая чашечка с грунтом взвешивается на весах с

точностью до 0,01 г. Допустимо использование одной и той же фарфоровой чашечки при последовательном взвешивании фракции.

Определение плотности частиц грунта, плотности грунта, влажности суммарной и на границах текучести и раскатывания производят в соответствии с ГОСТ 5180-15. Грунты. Методы определения физических характеристик [19].

*Суммарная влажность грунта* определяется согласно ГОСТ 5184-15. Образец мерзлого грунта со слоистой или сетчатой криогенной текстурой массой 1-3 кг (имеющий не менее трех ледяных и минеральных прослоек каждого направления) помещают в предварительно высушенную, взвешенную и пронумерованную тару. Допускается оттаивание образцов грунта в плотно завязанных полиэтиленовых пакетах во время транспортирования и хранения. Образец грунта в таре взвешивают, дают ему оттаять и доводят до однородного состояния, близкого к границе текучести для пылевато-глинистых грунтов, или полного водонасыщения для песчаных грунтов, перемешивая его металлическим шпателем и добавляя дистиллированную воду или осторожно сливая избыток воды после ее осветления. Грунт в таре вновь взвешивают и отбирают из него пробы для определения влажности перемешанного грунта.

*Сопротивление скальных грунтов одноосному сжатию* определяется согласно ГОСТ 12248-10. В инженерно-геологической практике оценка прочности скальных пород на одноосное сжатие производится для воздушно-сухих и для полностью водонасыщенных образцов породы. Способность скальных пород уменьшать свою прочность при водонасыщении оценивается показателем размягчаемости. Испытание проводят до разрушения образца, т.е. до достижения максимального значения вертикальной нагрузки.



Рис. 3.8 Прибор для определения одноосного сжатия

Определение коррозионных свойств грунта будут выполнены на приборе АКАГ (рис.3.10). Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ предназначен для качественной и количественной оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали в местах укладки подземных сооружений. Защита строительных конструкций от коррозии [25] и ГОСТ 9.602-2016. Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии [21].



Рис. 3.10 Прибор АКАГ [67]

При проведении химического анализа грунта с целью оценки его коррозионной активности определяют рН, содержание хлор-иона, нитрат-

ионов, общее содержание железа, общую жесткость, количество водорастворимых органических веществ. На основе этих данных определяют коррозионную активность грунтов по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля [14].

### ***Камеральные работы***

Камеральная обработка материалов должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СНиП 11-02-96 [17], ГОСТ 20522-16 [16].

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 и проб воды 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 и проб подземных и поверхностных вод), 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 СНиП 11.02-96 [17] предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

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

## **4. СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ**

Территория изысканий расположена в Таймырском (Долгано-Ненецком) районе, в северо-западной части Сибирской платформы и изолирована от обжитых регионов России. 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.

### *4.4.1. 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.

При производстве инженерно-геологических работ необходимо руководствоваться И-ОИЗ-02-2010 [32].

Опасные и вредные факторы, формирующиеся при производстве данных видов работ представлены в таблице 4.11. (см. следующую страницу)

Таблица 4.11

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"> <li>1. Топогеодезические работы (планово-высотная привязка 2 точек)</li> <li>2. Буровые работы;</li> <li>3. Опробование грунтов (отбор образцов нарушенного и ненарушенного сложения, проб воды);</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования</li> <li>2. Электрический ток</li> <li>3. Пожароопасность и взрывоопасность</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе</li> <li>2. Превышение уровней шума и вибрации</li> </ol>	ГОСТ 12.2.003-15[43] ГОСТ 12.1.038-82[51] Р 2.2.2006[42] ГОСТ 12.1.030-81[50] ГОСТ 12.1.003-14[35] ГОСТ 12.1.012-04 [36]
Камеральный и лабораторный ( в закрытом помещении)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лабораторные работы:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение физико-механических, прочностных показателей свойств грунтов</li> <li>• Гранулометрических состав</li> <li>• Определение коэффициента выветрелости и истираемости</li> <li>• Определение агрессивности грунтов</li> <li>• Стандартный анализ воды для инженерно-геологических целей</li> </ul> </li> <li>2. Камеральные работы:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• обработка материалов буровых работ</li> <li>• обработка лабораторных работ</li> <li>• обработка полевых испытаний грунтов</li> <li>• расчет прочностных и деформационных показателей</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический ток</li> <li>2. Статическое электричество</li> <li>3. Пожароопасность взрывоопасность</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение показателей микроклимата в помещении</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений</li> <li>4. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны</li> <li>5. Превышение уровней шума</li> <li>6. Монотонность труда</li> <li>7. Умственное перенапряжение</li> </ol>	ГОСТ 12.1.003-14 [35] ГОСТ 12.1.005-88 [41] СНиП 21-01-97 [59] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[40] Р 2.2.2006-05 [42] ГОСТ 12.1.038-82[51] ГОСТ 12.1.030-81[50] СанПиН 2.1.6.1032-01[60] СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03[39] СанПиН 2.2.4.1191-03[61] СН 2.2.4/2.1.8.562-96[62] СанПин 2.2.4.548-96 [38]

Примечание: Пожарная и взрывная безопасность рассматриваются в разделе 4.4.3.1.

#### *4.4.1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению*

##### **Полевой этап**

##### *Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования*

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. 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 [43].

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 [17] и ГОСТ 12.2.062-81[45] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-76 [52] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности,

предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [47].

### *Электрический ток*

Электронасыщенность современного геологоразведочного производства (электрические установки, приборы, агрегаты) формируют электрическую опасность. При производстве геологоразведочных работ в большинстве случаев используется электрическая сеть 380/220 В с глухозаземленной нейтралью [9]. 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.

*Термическое* действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга).

*Электролитическое* действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава.

*Биологическое* действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма и сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, легких) [9].

Различают три степени 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.

Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок предусмотрен отбор персонала для обслуживания действующих электроустановок по состоянию здоровья [9].

Необходимо использование средств индивидуальной защиты: спецодежда, резиновая обувь и диэлектрические резиновые перчатки, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [20].

Для защиты людей находящихся возле оборудования в целях грозозащиты должно иметься заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Запрещается во время грозы производить работы на буровых установках, а также находиться на расстоянии 10 м от заземляющих устройств грозозащиты согласно ГОСТ 12.1.019-79 [48].

### **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.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79 [48]. 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 [51] 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 [49], относится к помещениям *без повышенной опасности* поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность:

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

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

безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-79 [21], ГОСТ 12.1.030-81 [23], ГОСТ 12.1.038-82 [51].

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

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

#### *4.4.1.2 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. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда [9].

Полевые работы по объекту планируется проводить в сентябре.

Климат района резко континентальный и характеризуется отрицательной среднегодовой температурой воздуха.

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

Годовое количество осадков в среднем по району составляет 303 мм, максимальное годовое количество осадков – 610 мм. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 30 сентября, средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова – 22 мая. Высота снежного покрова в равнинной части может достигать 8-9 м. Плотность снежного покрова в пределах района относительно высока и составляет в среднем 0,3-0,5 г/см<sup>3</sup>.

Преобладающее направление ветров зимнего периода – юго-восточное и северо-западное.

Длительное воздействие *высокой* температуры особенно в сочетании с повышенной влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого

уровня – *гипертермии*, в самых тяжелых случаях это может привести к смерти, а отморожения к ампутации.

При соблюдении техники безопасности можно избежать страшных последствий. При работе на морозе нужно помнить о следующих вещах: 1) переохлаждение может привести к необратимым повреждениям; 2) при контакте с водой организм теряет тепло в 25 раз быстрее.

Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов [33] 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*

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

**Шум** – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: частота звука, интенсивность звука, звуковое давление.

**Вибрация** – это совокупность механических колебаний, испытываемых каким-либо телом.

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов [9].

В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. 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.4.12) 35].

Таблица 4.12

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [35]

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. Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация является наиболее вредной. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-90 [36].

Таблица 3.13

Гигиенические нормы уровней виброскорости [36]

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:

- качественное изготовление деталей станков и машин.
- замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.

- правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
- применение средств индивидуальной защиты (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 [37].

### **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  $35 \text{ Вт/м}^2$  при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [38].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [38]. 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. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3°C.

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50—60 м<sup>3</sup>/ч на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. При небольшой загрязненности наружного воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного воздуха и циркуляционного. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ЭВМ должны проектироваться исходя из 90 %-ной циркуляции. При значительном загрязнении наружного воздуха в зависимости от эксплуатационных затрат на очистку воздуха расходы наружного и циркуляционного воздуха должны определяться технико-экономическим расчетом.

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

Таблица 3.14

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96 [38])

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° <sub>опт</sub>	Диапазон выше оптимальных величин t° <sub>опт</sub>			Если t° < t° <sub>опт</sub>	Если t° > t° <sub>опт</sub>

Холодный	IIa	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	IIa	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	IIб	20,0-21,9	24,1-28,0	15,0-29,0	15-75	0,1	0,3

*Примечание: К категории IIa 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 IIб 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*

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10–12%.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [39]. 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 [9].

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причём светопроемы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы специальные экранирующие устройства, снабжённые светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной плёнкой. В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещённое освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в тёмное, но и в светлое время суток.

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.

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

Согласно действующим Строительным нормам и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого - коэффициент естественной освещённости (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещённости должна быть больше или равна 1,5%. Нормирование освещённости производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещённости - это СНиП 23-05-95 [26] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [39].

Нормы освещённости зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем. При этом освещённость, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять 10% от нормируемой, но не менее 300 -500 лк, а комбинированная - 750 лк [39].

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещённости. Так, для ограничения неблагоприятного действия пульсирующих световых потоков газоразрядных ламп установлены предельные значения коэффициентов пульсации освещённости рабочих мест в пределах 10-20% в зависимости от разряда зрительной работы. Рекомендуемая освещённость 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) [40].

### *Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения*

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфра низкочастотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний.

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 [54]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 мГц являются напряженности  $E$  и  $H$  электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам MPR II не должна превышать 2.5 В/м по электрической и 0.5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

К основным методам защиты от электромагнитных излучений относятся: рациональное размещение излучающих и облучаемых объектов; ограничение времени нахождения работающих в электромагнитном поле (не более двух часов в день); защита расстоянием (не менее 600-700 мм от экрана дисплея).

### *Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны*

При проведении лабораторных исследований в воздух выделяются вредные и опасные твердые и жидкие вещества, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы образуют аэродисперсные системы – аэрозоли. *Аэрозолями* называют воздух или газ, содержащие в себе взвешенные твердые или жидкие частицы.

Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности. Аэрозоли дезинтеграции образуются

при дроблении какого-либо твердого вещества, например, в дезинтеграторах, дробилках, мельницах и других процессах.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Пыль железной руды содержит до 30% свободной  $\text{SiO}_2$ . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – *пневмокониозы*. При вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ), развивается наиболее известная форма пневмокониоза – силикоз [9].

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [41] устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха, т. е. мг/м<sup>3</sup>. ПДК пыли приведены в таблице 3.15

Таблица 3.15

Предельно-допустимые концентрации пыли в (ГОСТ 12.1.005-88 [41])

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/ м <sup>3</sup>	Агрегатное состояние	Класс опасности
Пыль растительного и животного происхождения: • с примесью диоксида кремния	4	аэрозоль	IV

Мероприятия для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны:

- увлажнение обрабатываемых материалов предупреждает пыление, попадание частиц пыли в воздух рабочей зоны;
- использование вентиляции;
- применение средств индивидуальной защиты.

В ряде случаев для защиты от воздействия вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы, противогазы), однако следует учитывать, что при этом существенно снижается производительность труда персонала [9].

Фильтрующими приборами (респираторами и противогазами) пользуются при невысоком содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны (не более 0,5% по объему) и при содержании кислорода в воздухе не менее 18%.

#### *Превышение уровня шума на рабочем месте*

В лабораторном этапе выполнения инженерно-геологических исследований, шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 [35].

Таблица 4.16

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [35]

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 [42].

Количественной оценкой умственного труда является степень нервно-эмоциональной напряженности. Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на ЦНС, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Характеризуется интеллектуальными нагрузками (содержание работы, степень сложности задания), сенсорными (длительность наблюдения и число одновременно наблюдаемых объектов: контрольно-измерительные приборы, продукт производства), эмоциональными (степень ответственности, риска для собственной жизни и безопасности других лиц), степенью монотонности нагрузок, режимом работы (продолжительность рабочего дня, сменность работы).

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [42] 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. Во время трудовой деятельности функциональная способность организма изменяется во времени.

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 [9]

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

#### *4.4.2 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 углеродами), 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 [55].

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

Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах классифицируются во «Временных методических рекомендациях по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые» [56].

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.

#### *4.4.3 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 [9].

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.

## **5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **5.1. Характеристика предприятия**

АО «Красноярская буровая компания» - акционерное общество, зарегистрированное администрацией Железнодорожного района г. Красноярска 9 ноября 1999 года за номером 715, свидетельство о государственной регистрации серии 5-Б № 24967.

Общество является юридическим лицом и свою деятельность осуществляет на основании настоящего Устава и действующего законодательства РФ.

Основной целью деятельности Общества является извлечение прибыли в результате расширения рынка товаров и услуг.

Общество имеет гражданские права и несет обязанности, необходимые для осуществления любых видов деятельности, не запрещенных

Федеральными законами.

Основными видами деятельности Общества являются:

- инженерные изыскания для строительства;
- геологоразведочные работы, бурение водяных скважин;
- строительство тоннелей и подземных переходов;
- ремонт и содержание дорог, строительство дорог;
- строительство мостов и пешеходных переходов;
- предоставление имущества в аренду (лизинг);
- осуществление функций генерального подрядчика;
- инвестиции в ценные бумаги других предприятий и организаций;
- деятельность испытательных лабораторий;
- добыча руд и песков, содержащих драгоценные металлы (золото, серебра и платиноидов);
- строительство линий электропередач;

-иная коммерческая деятельность , не запрещенная законодательством РФ;

Название филиала: Испытательная лаборатория Акционерного общества «Красноярская буровая компания»

Филиал Общества выполняет следующие функции:  
- проведение испытаний, анализ материалов, определение характеристик (параметров) продукции, выдача заключений.

## 5.2. План видов и объемов работ по проекту

Проектом предусмотрено проведение инженерно-геологических изысканий с целью изучения инженерно-геологических условий участка строительства промышленных объектов металлургического завода для стадии рабочей документации.

Участок строительства находится в г. Норильск Красноярского края, (11-15 км автодороги Норильск-Алыкель), в непосредственной близости от города Норильск..

Инженерно-геологические условия территории оцениваются как сложные - III категории сложности согласно приложению Б СП 11-105-97 [26].

Основанием для проектно-сметных расчетов являются: «Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» приказ №108 1993г; ССН-93 [65]; ЕНВиР-И-83 часть 2 [64]; справочник базовых цен [66].

Геолого-методической частью проекта предусматривается следующий перечень работ, приведенной в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Примечание
Топогеодезические работы	ед.	1	
Буровые работы	м	48	4*7м=28м 2*10=20м 2*8м=16м

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Примечание
Опробование Отбор проб ненарушенного сложения	монолит	160	
Лабораторные исследования Определение грансостава Определение суммарной влажности Определение границы текучести и раскатывания Определение плотности грунта Определение плотности частиц грунта Определение сопротивления сжатию в в-с и в-н –с-и Определения сопротивления мерзлых грунтов Определение сопротивления сдвигу по пов-ти смерзания Коррозионная активность к стали Коррозионная активность к бетону и железобетону Коррозионная активность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля		60 60 60 80 80 24 6 48 6 6 6 6	
Камеральные работа	отчет	1	

### 5.3. Затраты времени и труда на выполнение работ

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с ССН.

Расчет затрат времени ( $N_i$ ) по каждому виду работ:

$$N_i = N_{Вр} \times K \times V_i \quad (5.1)$$

где  $N_{Вр}$  – норма времени на выполнение единицы  $i$ -го вида проектируемых работ;

$K$  – поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

$V_i$  – объем  $i$ -го вида работ.

#### *Топогеодезические работы*

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	6	0,11	ССН-93 вып.9, табл. 6	0,66
Итого:						0,66

Таблица 5.4

## Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 51	0,3	0,17
Техник геодезист I категории		0,11	0,06
Замерщик 3 разряда		0,11	0,06
Итого:			0,29

Таблица 5.5

## Затраты времени на буровые работы

№ п.п	Виды работ	Категория пород	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (ст.-см.)
1.	Колонковое бурение (III кат. –151 мм, IV и IX кат. – 132 мм)	III	6 м	0,04	ССН-93 вып.5, табл. 10	0,24
		IV	24 м	0,06		1,44
		IX	8 м	0,16		1,28
Итого:						2,96
2.	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		6	0,70	ССН-93 вып.5, табл. 102	4,2
Итого:						7,16

Таблица 5.6

## Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Машинист буровой установки	ССН-93 вып.5, табл. 16	1	2,44
Помощник машиниста буровой установки		1	2,44

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	1,26
Рабочие		2,10	7,35
Итого:			8,61

**Полевые работы**  
**Опробование грунтов**

Таблица 5.8

Затраты времени на полевые работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (бр.-см.)
1.	Отбор проб ненарушенного сложения	шт.	24	0,528	ЕНВиР, н.367	12,67
2.	Отбор проб нарушенного сложения		60	0,1643	ССН-93 вып.1, ч.5 табл.101	9,85
Итого:						22,52

Таблица 5.9

Затраты труда на опробование

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Бурильщик 4 разряда	ССН-93 вып.1, ч.5 табл.474	1	6,23
Помощник бурильщика		1	6,23
Техник II категории		0,5	3,12
Геолог I категории		0,05	0,03
Итого:			15,6

**Лабораторные работы**

Таблица 5.10

Затраты времени на лабораторные работы

№ п.п	Виды работ	Объём работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на Объём, ч
1.	гранулометрический состав	50	1,04	н.1656	52
2.	определение природной влажности	50	0,126	н.1622	6,3
3.	определение плотности	20 40	0,296 0,37	н.1626 н.1627	5,92+14,8
4.	определение плотности частиц	50	0,339	н.1630	16,95
5.	определение границ текучести и раскатывания	50	0,954	н.1631	47,7

№ п.п	Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на Объем, ч
6.	коррозионная активность грунтов к бетону, железобетону, стали, свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	24	4,58	н.1807	109,92
Итого:					253, 59 ч

Таблица 5.11

**Затраты труда на лабораторные работы**

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер-лаборант	ССН-93 вып.7, табл.7.2	0,08	20,21
Техник-лаборант		0,08	20,21
Итого:			40,42

***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, конечным результатом которых является отчет об инженерно-геологических изысканиях. Согласно ЕНВиР-И Часть II на инженерно-геологические и гидрогеологические работы общая длительность камеральной обработки составит 9,51 дней = 10 дней. (табл.9.2. Камеральные работы)

По проведенным расчетам составим таблицу необходимого времени на весь объем работ.

Таблица 5.13

**Затраты времени на проектируемые работы**

Виды работ	Затраты времени на весь объем работ
Топогеодезические работы	0,95- 1 день
Полевые работы	15,6 – 16 дней
Лабораторные работы	253,59 ч – 31 день
Камеральные работы	10 дней

Таким образом общая продолжительность работ составляет 58 дней, т.к. проектом предусмотрено параллельное проведение полевых и

лабораторных работ, календарный план работ по проекту представлен в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Календарный план работ

Исполнители	Полевые и топогеодезические работы	Лабораторные работы	Камеральные работы
Полевая группа	15.09.2018-01.10.2018		
Лабораторная группа		20.09.2018-20.10.2018	
Камеральная группа			21.10.2018-01.11.2018

### 5.4. Расчет сметной стоимости

Смета (табл.4.15) составлена на основании технического задания на проведение инженерно-геологических работ под строительство объектов Надеждинского металлургического завода в г.Норильск (Красноярский край).

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:

$K = 1,30$  - коэффициенты к итогу сметной стоимости в зависимости от районного коэффициента к заработной плате (общие указания п.8 табл.3.)

$K = 1,25$  - коэффициент при выполнении изысканий на территориях со специальным режимом к ценам на полевые работы (общие указания п.8 (в))

$K = 44,21$  – Письмо Минстроя России №13606-ХМ/09 от 04.04.2018

Таблица 5.15

Сметно-финансовый расчет работ по проекту

№	Наименование видов работ	Обоснование цен	Един. сметная стоимость, руб.	Расчет стоимости	Стоимость, руб.
<b>Основные расходы</b>					
<b>Топогеодезические работы</b>					
1.	Плановая и высотная привязки выработок при расстоянии между ними до 50 м, III категория	табл.93	10.8	$6*10,8*2,25$	145,8

	сложности (6 точка)					
					<i>Итого:</i>	145,8
<b>Полевые работы</b>						
2.	Колонковое бурение (диаметром до 160 мм) III категория -15 м IV категория – 16 м IX категория-15 м	табл.17	42,6 45,6 99,7	42,6*6*1,25 45,6*24*1,25 99,7*8*1,25	319,5 1368,0 997,0	
3.	Отбор монолитов из скважин в интервале до 10 м (160 шт)	табл.57	22,9	160*22,9*1,25	4 580,0	
<i>Итого стоимость полевых работ</i>					7 409,0	
Внутренний транспорт		табл.4	13,75% от 4 948,85		680,47	
Внешний транспорт		табл.5	36,4 % от 5 628,47		2 048,76	
Организация и ликвидация работ		п.13 общ.ук.	6 % от 5 628, 47		337,71	
<i>Итого стоимость прочих работ:</i>					3067	
					<i>Итого:</i>	10 476
<b>Лабораторные работы</b>						
6.	Определение суммарной влажности (60 опр.)	табл.62	4	4*60	240	
8.	Плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания с парафинированием (60 опр.)	табл.62	5,7	60*5,7	342	
9.	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом (80 опр.)	табл.62	7,2	80*7,2	576	
10.	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005мм (60 опр.)	табл.62	17,6	60*17,6	1056	
11.	Консистенция при нарушенной структуре (40 опр.)	табл.63	18,2	30*18,2	728	
13.	Коррозионная активность грунтов по отношению к свинцовым и алюминиевым оболочкам кабеля (6 опр.)	табл.75	20,5	6*20,5	123,0	
14.	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали (6 опр.)	табл.75	18,2	6*18,2	109,2	
15.	Коррозионная активность грунтов и грунтовых вод по отношению к бетону (6 опр.)	табл.75	25,4	6*25,4	152,4	
<i>Итого стоимость лабораторных работ:</i>					3326,6	
<b>Камеральные работы</b>						
18.	Камеральная обработка материалов буровых работ III категории сложности,48 п.м.	табл.82	9,4	48*9,4	451,2	
21.	Камеральная обработка лабораторных исследований грунтов	табл.86	20% от 3006		601,2	

22.	Составление отчета, III категория сложности	табл.87		25% от 1016,4	254,1
<i>Итого стоимость камеральных работ:</i>					1306,5
<i>Итого стоимость основных расходов проектируемых работ:</i>					15 109,1
<b>Сопутствующие расходы</b>					
Накладные расходы				20 % от 15 109	3 021,82
Плановые накопления				8 % от 18 130	1 450
Компеснируемые расходы				2,6 % от 19580,4	509,09
Резерв				3 % от 20 089,09	602,67
<b>Итого стоимость работ:</b>					<b>20 691,76</b>
<b>Итого сметная стоимость работ с учетом районного коэффициента К=1,3</b>					<b>26 899,3</b>
<b>Итого стоимость работ с учетом коэффициента = 44,21</b>					<b>1 189 217, 52</b>
<b>НДС 18%</b>					<b>214 059,15</b>
<b>Итого сметная стоимость работ</b>					<b>1 403 276,67</b>

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство зданий с учетом НДС равна 1 403 276,67 руб. Строительство дополнительных промышленных объектов на территории завода позволит повысить надежность электроснабжения завода, в том числе в период нештатных (аварийных) ситуаций, что повысит эффективность потребления энергоресурсов.

## Заключение

В данном проекте была рассмотрена площадка строительства промышленных объектов Надеждинского металлургического завода. Описаны географические, климатические и геологические условия района работ, изучены инженерно-геологические условия участка, выявлены наиболее опасные геологические процессы такие как карстообразование и пучинистость грунтов.

Территория завода рассматривалась с точки зрения проектируемых работ. В ходе изучения были разработаны план и методика проведения инженерно-геологических изысканий, которые обеспечат получение достоверных данных, необходимых для проектирования. Согласно ранее проведенным исследованиям на участке выделено 4 ИГЭ, рассчитана сфера взаимодействия сооружения с геологической средой и составлена расчетная схема.

Проектом были предусмотрены следующие работы:

- топографо-геодезические работы
- буровые работы
- инженерно-геологическое опробование
- лабораторные работы
- камеральные работы.

Все исследования производятся согласно нормативно-технической документации.

Все работы, предусмотренные в проекте, планируется выполнить в течении 58 дней. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство зданий с учетом НДС равна 1 403 276,67 руб

## Список литературы

### *Фондовая*

1. «Надеждинский металлургический завод имени Б.И. Колесникова Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель». Реконструкция производства элементарной серы» Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях. АО «Красноярская буровая компания» 2015 г.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Норильская. Лист R-45 Норильск. Объяснительная записка. Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016 г. 320 с + 7 вкл. Падерин П.Г., Деменюк А.Ф., Назаров Д. В., Чеканов В.И. и другие.

3. «НМЗ. ЦОСК. Реконструкция хвостохранилища с увеличением полезной емкости до 40 млн. м<sup>3</sup>. Разделение объекта на 2 этапа реконструкции». Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях. АО «Красноярская буровая компания» 2015 г.

4. «Реконструкция производства элементарной серы на Надеждинском металлургическом заводе Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель». Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях. АО «Красноярская буровая компания» 2013 г.

5. «Реконструкция производства элементарной серы на Медном заводе Заполярного филиала ОАО ГМК «Норильский никель». Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. АО «Красноярская буровая компания» 2012 г.

6. «НМЗ. ЦПСиШ. ЦОСК. Переработка никелевого шлака Медного завода на НМЗ». Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях АО «Красноярская буровая компания», 2011 г.

### *Опубликованная*

7. Бондарик Г.К. Методика инженерно – геологических исследований. – М.: Недра. 1986. – 333 с.

8. Коломенский Н.В. Методические указания по изучению процессов выветривания горных пород для инженерно-геологических целей. Госгеолиздат, 1952. – 56 с.

9. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2003. – 144 с.

10. Ребрик Б.М. Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях. – М.: Недра, 1979. – 254 с.

11. Ярг Л.А. Методы Инженерно-геологических исследований процесса и кор выветривания. – М.: Недра, 1991. – 139 с.

12. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов, 2-е изд./ Под ред. Михайлова Л.А. – СПб.: Питер, 2010. – 461 с.

13. Инженерная геология СССР. Том 8. «Кавказ, Крым, Карпаты». – Издательство Московского Университета, 1978. – 366 с.

14. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. Том 2. Лабораторные методы/ Под. Ред. Сергеева Е.М.. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Недра, 1984. – 438 с.

#### *Нормативная*

15. ГОСТ 25100-11. Грунты. Классификация.

16. ГОСТ 20522-12. Методы статистической обработки результатов испытаний.

17. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

18. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

19. ГОСТ 5180-15. Грунты. Методы определения физических характеристик.

20. ГОСТ 5686-12 Методы полевых испытаний сваями.

21. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения.

22. ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.

23.ГОСТ 12536-14. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.

24.ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.

25.ГОСТ 9.602-2016 ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

26.СП 11.105-97 часть I. Инженерно – геологические изыскания для строительства.

27.СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты.

28.СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений.

29.Сборник ГОСТов. Вода питьевая. Методы анализа.

30.«Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями» - ДАЛЬНИИС . – М.: Стройиздат, 1989. – 24 с.

31.ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

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

33.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)

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

35.ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

36.ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

37.ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

38.СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

39.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

40.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

41.ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).

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

43.ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

44.ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

45.ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

46.ГОСТ12.1.045-84. Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

47. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

48.ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

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

- 50.ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
- 51.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 52.ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
- 53.СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
- 54.ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочаст. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (до 01.01.96)
- 55.СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
- 56.Временные методические рекомендации по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые, 1985 г.)
- 57.НПБ 105-03 НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314)
- 58.ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
- 59.СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Госстрой России, 1997. – с. 12.
- 60.СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001.
- 61.СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
- 62.СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.

63.Временные методические рекомендации по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые, 1985 г.)

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

65.СН-93.Сборник сметных норм. М.1993.

66.Сборник базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства.- М-1999.-89с.

## Приложение

### ИГЭ -1 торф мерзлый, сильнольдистый, средней степени разложения (bQIV)

Наименование и номер выработки	Глубина отбора, м	Влажность, %		Степень запл. пор льдом и незамерзшей водой S <sub>г</sub> , д.е.	Степень влажности при оттаив. S <sub>г</sub> , д.е.	Плотность, г/см <sup>3</sup>		
		Суммарная	между включениями льда			частиц грунта	грунта	скелета грунта
Скв.1	0,2-0,4	3,810	1,500	0,474	1,095	1,11	1,17	0,23
Скв.1	0,8-1,0	3,650	1,850	1,450	2,601	1,09	1,15	0,44
Скв.2	0,3-0,5	4,110	1,890	0,504	0,996	1,02	1,13	0,20
Скв.3	0,3-0,5	4,190	1,690	0,416	0,937	0,97	1,14	0,19
Скв.4	0,2-0,4	3,930	1,800	0,483	0,959	0,97	1,11	0,20
Скв.4	0,8-1,0	2,950	1,450	0,482	0,891	0,95	1,18	0,24
x		3,8	1,7			1,0	1,1	0,2
Sn		0,449	0,185			0,068	0,026	0,095
V		0,119	0,109			0,066	0,023	0,382

### ИГЭ – 3 суглинок легкий пылеватый, слабольдистый, пластичномерзлый (aQIV)

Наименование и номер выработки	Глубина отбора, м	Влажность, %		Влажность на границе, %		Число пластичности, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		
		Суммарная влажность	Влажность между включениями льда	текучести	раскатывания		частиц грунта	грунта	скелета грунта
Скв.1	2,6-2,8	25,0	20,0	29,0	21,5	8,0	2,69	1,94	1,55
Скв.1	3,6-3,8	23,0	15,2	27,0	22,1	7,5	2,71	1,97	1,60
Скв.2	2,8-3,0	24,0	19,0	31,0	21,2	9,5	2,71	1,87	1,51
Скв.2	3,8-4,0	26,5	22,1	31,1	20,0	9,0	2,68	1,95	1,54
Скв.3	2,0-2,2	25,4	18,2	28,5	18,0	7,3	2,70	1,94	1,55
Скв.3	3,0-3,2	25,6	17,0	29,0	18,0	9,0	2,69	1,96	1,56
Скв.4	1,6-1,8	25,8	19,0	28,6	19,6	10,6	2,72	1,89	1,50
Скв.4	2,6-2,8	25,1	21,0	28,0	21,0	10,0	2,68	1,87	1,49
Скв.4	3,6-3,8	24,4	18,6	26,9	19,5	7,3	2,69	1,92	1,54
Скв.4	4,6-4,8	24,0	21,0	27,0	18,3	8,7	2,70	1,88	1,52
x		25,0	19,0	29,0	0,20	10,0	2,70	1,92	1,54
Sn		1,01	2,0	2,0	2,0	1,0	0,01	0,04	0,03
V		4,02	11,0	5,0	8,0	13,0	0,01	0,02	0,02

ИГЭ – 4 суглинок с галькой, слабодистый, пластичномерзлый (аQIV)

Наименование и номер выработки	Глубина отбора, м	Влажность, %		Влажность на границе, %		Число пластичности, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		
		суммарная	между включениями люда	текущей	раскатывания		частиц грунта	грунта	скелета грунта
Скв.1	4,6-4,8	27,1	19,0	31,2	19,3	11,9	2,92	1,93	1,54
Скв.1	5,1-5,3	21,0	16,0	23,0	15,0	8,0	2,86	1,88	1,53
Скв.2	5,1-5,3	25,3	19,5	28,0	19,6	8,4	2,90	1,96	1,56
Скв.3	4,1-4,3	28,0	23,0	31,4	21,0	10,4	2,81	1,88	1,47
Скв.3	5,1-5,3	23,0	19,0	30,0	19,0	11,0	2,81	1,87	1,52
Скв.4	5,5-5,7	22,2	17,8	25,0	16,0	9,0	2,80	1,89	1,55
Скв.4	6,4-6,6	21,0	20,0	30,0	15,0	15,0	2,84	1,93	1,47
Скв.4	7,4-7,6	26,0	21,4	30,0	21,0	9,0	2,81	1,88	1,49
Скв.4	8,4-8,6	27,5	23,0	33,0	21,0	12,0	2,85	1,86	1,46
Скв.4	9,8-10,0	24,0	22,0	27,0	15,0	12,0	2,90	1,92	1,51
x		20,0	20,0	30,0	19,0	10,0	2,8	1,9	1,5
Sn		2,6	2,3	3,1	2,6	2,0	0,038	0,03	0,042
V		10,8	11,4	10,7	14,5	13,2	0,014	0,019	0,028

ИГЭ – 5 Габбро-долерит очень прочный, морозный (Т<sub>1</sub>)

Наименование и номер выработки	Глубина отбора, м	Плотность		Предел прочности на одноосное сжатие		Коэффициент размягчаемости	Водопоглощение
		истинная	Плотность частиц	в водонасыщенном состоянии	в воздушно-сухом		
Скв.1	5,5-5,7	2,85	2,79	174,73	195,25	0,89	0,34
Скв.1	6,5-6,7	2,84	2,80	170,81	188,26	0,91	0,25
Скв.1	7,5-7,7	2,89	2,85	187,68	202,31	0,93	0,22
Скв.1	9,5-9,7	2,89	2,84	179,85	192,64	0,93	0,20
Скв.2	5,7-5,9	2,92	2,88	191,52	201,63	0,95	0,23
Скв.2	6,7-6,9	2,86	2,83	186,73	199,69	0,94	0,22
Скв.2	7,7-7,9	2,90	2,81	125,36	187,38	0,67	0,61
Скв.3	8,7-8,9	2,90	2,82	139,54	191,64	0,73	0,55
x		2,88	2,83	169,53	194,85	0,87	0,87
Sn		0,03	0,03	24,18	5,85	0,16	0,11
V		0,01	0,01	0,14	0,03	0,50	0,12