

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



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

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия территории Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изыскания под строительство временного энергоцентра (Красноярский край, Эвенкийский район) УДК 624.131.3:622.323:621.311(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-214 Б	Афанасьев А.С.		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2020 г.

## 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 <i>комплексных инженерных проблем</i>
P2	<b><u>Инженерный анализ:</u></b> Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.
P3	<b><u>Инженерное проектирование:</u></b> Выполнять <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений</i> .
P4	<b><u>Исследования:</u></b> Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
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 <i>возможных ограничений</i> .
P6	<b><u>Специализация и ориентация на рынок труда:</u></b> Демонстрировать компетенции, связанные с <i>поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями</i>
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	<b><u>Проектный и финансовый менеджмент:</u></b> Использовать <i>базовые и специальные знания</i> проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления <i>комплексной инженерной деятельностью</i> .
P8	<b><u>Коммуникации:</u></b> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать <i>результаты деятельности</i>
P9	<b><u>Индивидуальная и командная работа:</u></b> Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>члена или лидера команды</i> , в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> .
P10	<b><u>Профессиональная этика:</u></b> Демонстрировать личную

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

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



Инженерная школа природных ресурсов  
Специальность 21.05.02. Прикладная геология.  
Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические  
изыскания  
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
Кузеванов  
К.И. \_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-214 Б	Афанасьев А.С.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия территории Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изыскания под строительство временного энергоцентра (Красноярский край, Эвенкийский район)

Утверждена приказом директора (дата, номер) | 21.02.2020, №52-58/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2020

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Фактический фондовый материал изысканий организации АО «ТомскНИПИнефть», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
---------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p>В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия участка работ, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.</p> <p>В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства административного здания. Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.</p>
-------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Перечень графического материала</b>	<p>Лист 1. Геологическая карта четвертичных образований (Эвенкийского района)</p> <p>Лист 2. Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий и инженерно-геологический разрез</p> <p>Лист 3. Расчетная схема основания сооружения и таблица нормативных показателей физико-механических свойств грунтов</p> <p>Лист 4. Испытания скальных и полускальных грунтов в полевых условиях методом штампа</p> <p>Лист 5. Геолого-технический наряд</p>
----------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<b>Маланина В.А.</b>
Социальная ответственность	<b>Гуляев М.В.</b>
Бурение	<b>Бер А.А.</b>

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.03.2020
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-214Б	Афанасьев А.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-214Б	Афанасьев А.С.

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	дипломированный специалист	<b>Специальность</b>	21.05.02 Прикладная геология

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия территории Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изыскания под строительство временного энергоцентра (Красноярский край, Эвенкийский район)

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<b>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</b>	<p>Объект исследования: Инженерно-геологические условия территории Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изыскания под строительство временного энергоцентра (Красноярский край, Эвенкийский район)</p> <p>Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений.</p>
------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Конституция РФ ГОСТ 12.2.032-78 ГОСТ 17.1.3.06-82 ГОСТ 17.1.3.02-77 ГОСТ 17.4.3.04-85 НПБ 105-03 ГОСТ Р 12.1.019-2009</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов в производственной среде.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– неудовлетворительный микроклимат на открытом воздухе;</li> <li>– повышенный уровень шума и вибрации;</li> <li>– тяжесть физического труда;</li> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат в помещении;</li> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– утечка токсических и вредных веществ в рабочую зону;</li> <li>– монотонность труда и умственное переутомление;</li> <li>– движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>– электроопасность.</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород);</li> <li>– решение по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого сооружения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий;</li> <li>– пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия).</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
-------------------------------------------------------------	--

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-214Б	Афанасьев А.С.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-214Б	Афанасьев А.С.

Школа	ИШПР	Отделение	Геологии
Уровень образования	дипломированный специалист	Специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</i>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.</i>	Справочник базовых цен на инженерно-геологические изыскания, 1999г.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</i>	Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ – 15) от 16.06.98г., а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Инфляционный коэффициент – 45,12. Налог на добавленную стоимость – 20%

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-214Б	Афанасьев А.С.		

## **Реферат**

Дипломный проект содержит 122 с., 10 рис., 26 табл., 64 источника, 5 листов графического материала.

Цель проекта – оценка инженерно-геологических условий Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект изысканий под строительство временного энергоцентра (Эвенкийский район Красноярский край).

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

В работе обоснованы необходимые виды и объемы работ инженерно-геологических изысканий, составлена смета на выполнение работ.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе MicrosoftWord 2007, графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2016, при построении таблиц использован офисный пакет MicrosoftExcel 2007.

## Оглавление

Введение .....	13
1 Общая часть. Природные условия района строительства.....	15
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика .....	15
1.1.1 Климат.....	15
1.1.2 Рельеф .....	16
1.1.3 Гидрография.....	16
1.2 Изученность инженерно-геологических условий.....	17
1.3 Геологическое строение района работ .....	19
1.3.1 Стратиграфия .....	19
1.3.2 Тектоника.....	27
1.4 Гидрогеологические условия .....	29
1.5 Геологические процессы и явления .....	31
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	33
2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ.....	35
2.1 Рельеф участка .....	35
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости .....	35
2.3 Физико-механические свойства грунтов.....	36
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости .....	36
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов.....	37
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов.....	42
2.4 Гидрогеологические условия .....	44
2.5 Геологические процессы и явления на участке.....	45
2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка .....	45

2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения.....	46
3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке.....	48
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий ....	48
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ .....	50
3.2.1 Топографо-геодезические работы.....	52
3.2.2 Буровые работы .....	52
3.2.3 Опробование.....	53
3.2.4 Полевые опытные работы .....	55
3.2.5 Лабораторные исследования.....	55
3.2.6 Камеральные работы.....	56
3.3 Методика проектируемых работ .....	58
3.3.1 Инженерно-геологическая рекогносцировка (обследование).....	58
3.3.2 Топографо-геодезические работы.....	58
3.3.3 Буровые работы .....	59
3.3.4 Опробование.....	66
3.3.5 Полевые опытные работы .....	68
3.3.6 Лабораторные исследования.....	76
3.3.7 Камеральные работы.....	80
4. Производственная и экологическая безопасность при проведении инженерно-геологических работ .....	83
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	83
4.2 Производственная безопасность .....	83
4.2.1 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	85
4.2.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	91

4.3 Пожарная и взрывная безопасность.....	100
4.4 Экологическая безопасность.....	103
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	105
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	108
5.1 Технический план видов и объёмов проектируемых работ .....	108
5.2 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ .....	110
5.3 Расчет сметной стоимости.....	114
Заключение .....	117
Список использованной литературы .....	118

## Введение

В настоящее время ведущей отраслью развития Красноярского края является нефтегазодобывающая промышленность, в связи, с чем возникает необходимость проведения инженерно-геологических изысканий для обустройства месторождений. Дипломный проект представляет собой проект изысканий под строительство временного энергоцентра на Куюмбинском нефтегазоконденсатном месторождении. В административном отношении район работ находится на территории Эвенкийского района Красноярского края Российской Федерации (рис.1.1)

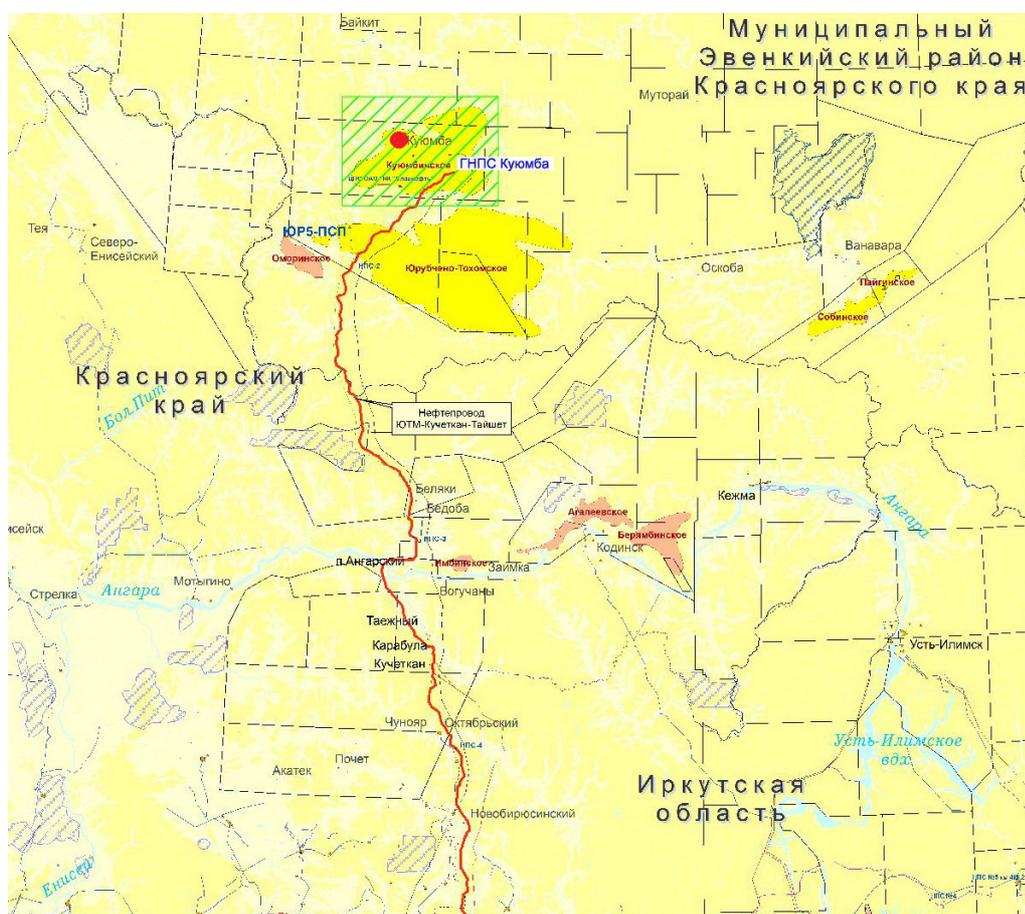


Рис. 1.1 Обзорная карта расположения Куюмбинского месторождения

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

Задачи проекта заключаются в обеспечении получения достоверных данных необходимых для проектирования и получения максимальной информации о свойствах геологической среды в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружением, выборе оптимальных приемов и методов исследований.

Методы исследований грунтов проектируются согласно действующим нормативным документам. В работе над проектом использованы фондовые материалы организации АО «ТомскНИПИнефть», а также учебная, справочная и нормативная литература.

Материалы предоставлены отделом полевых работ АО «ТомскНИПИнефть», в котором автор проекта проходил преддипломную практику и принимал участие в лабораторных и камеральных работах.

## 1 Общая часть. Природные условия района строительства

### 1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

#### 1.1.1 Климат

Климат Эвенкийского района резко континентальный. Зима суровая, холодная и продолжительная. Лето короткое, теплое. Короткие переходные сезоны – осень и весна. Поздние весенние и ранние осенние заморозки. Безморозный период очень короткий. Резкие колебания температуры в течение года и даже суток [1].

Среднегодовая температура воздуха района изысканий минус 6,6 °С, средняя температура воздуха наиболее холодного месяца января, его средняя месячная температура составляет минус 30,5 °С. Абсолютный минимум минус 57,1 °С. Устойчивый снежный покров образуется в основном в середине октября. Наиболее интенсивное увеличение его высоты наблюдается в ноябре - декабре. Максимальная высота снежного покрова 99 см. У подножий крутых склонов высота снежного покрова может достигать 150 – 200 см. Самый теплый месяц в году – июль со средней месячной температурой +16,6 °С. Абсолютный максимум +37,6 °С. Наибольшее количество осадков выпадает в летний период, максимум — в июле-августе. В летний период осадки выпадают преимущественно в виде ливней. Средняя многолетняя температура воздуха, по данным метеостанции приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Средняя многолетняя температура воздуха (°С):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-30,5	-26,1	-13,8	-4,1	4,3	13,2	17,1	12,8	5,3	-5,0	-19,4	-28,4	-6,2

Продолжительность: теплого периода- 153 дня, холодного периода – 212 дней.

Годовое количество осадков на данной территории составляет 364 мм.

Согласно СП 20.13330.2016 - снеговой район V, расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли S<sub>г</sub>, 3.2

кПа (320 кгс/м<sup>2</sup>). Согласно СП 20.13330.2016 - ветровой район II, нормативное значение ветрового давления  $w_0$  0,42 кПа (42 кгс/м<sup>2</sup>). Согласно СП 20.13330.2016 - III и толщина стенки эквивалентного гололеда равна 10 мм. Температура воздуха при гололеде - минус 5 °С. Давление ветра при гололеде следует принимать равным 0,25% от нормативного значения ветрового давления[62].

### **1.1.2 Рельеф**

В географическом отношении Куюмбинское месторождение расположено в Восточной Сибири.

Рельеф региона сформировался на слабо наклонно залегающих осадочных породах с различной степенью устойчивости к выветриванию, инъецированных интрузиями траппов. Ведущими факторами рельефообразования являлись тектонические движения, эрозионно-денудационные процессы и литологический состав отложений. По генетическим признакам рельеф территории подразделяется на денудационный, эрозионно-денудационный (водораздельные пространства) и эрозионно-аккумулятивный (речные долины).

Рельеф района работ полого-холмисто-увалистый, склоны крутизной до 5–12°. Глубоко врезуемые долины рек имеют абсолютные отметки от 160 до 240 м, водоразделы от 300 до 700 м. Последние имеют полого-холмистый и грядо-каменный рельеф. Местность залесенная, пересеченная узкими долинами рек и ручьев, труднодоступная для всех видов механического транспорта.

### **1.1.3 Гидрография**

Территория района работ расположена в среднем течении реки Подкаменная Тунгуска относящейся к бассейну реки Енисей.

Гидрографическая сеть района исследований достаточно развитая, представлена рекой Подкаменная Тунгуска и ее крупными притоками – реки Камо, Вельмо, Чула, Тэтэрэ, Чуня притоками более низкого порядка.

Водоразделы приподняты над долинами рек на высоту 100-300 м. Гидрологический режим большинства водотоков, пересекаемых трассой, изучен слабо. Основной сток воды (60% от годового объёма) приходится на весеннее половодье, которое начинается в первой половине мая и длится около двух месяцев. Зимой на небольших водотоках сток прекращается по причине их промерзания [61].

## **1.2 Изученность инженерно-геологических условий**

Инженерно-геологические условия района работ изучались главным образом в послевоенные годы в связи с проектированием и строительством гидроэнергетических сооружений, разработкой месторождений полезных ископаемых, строительством промышленных комплексов. Большой объём инженерно-геологических исследований проведен Гидропроектом в районе строительства Богучанской ГЭС. Средне- и крупномасштабные исследования небольших участков проводились кафедрой геокриологии МГУ, Институтом мерзлотоведения СО АН СССР.

Вся территория исследования покрыта геологической съёмкой, по результатам которой МинГео СССР (1972-73 г.) составлена государственная геологическая карта масштаба 1:200000.

В 2009 году в исследуемом районе были выполнены изыскания ЗАО «ПИРС», ФГУП «ВостСибАГП», ЗАО «ВостСибТИСИЗ» и ЗАО «ВостСибТранспроjekt» по объекту «Магистральный нефтепровод «Кучеткан-Тайшет», участок трассы км 401,6 - км 603,6»

В 2008 году ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» были выполнены инженерно-геологические изыскания к проекту «Комплексное обустройство первоочередного участка Юрубчено-Тохомского месторождения с внешним транспортом нефти. Система внешнего транспорта нефти».

В период с 2012 по 2013 г.г. ОАО «ВостСибАГП» были выполнены инженерно-геологические изыскания по объектам: «Магистральный нефтепровод «Куюмба-Тайшет», участок трассы км8-103», и «Обустройство

опытно-промышленного участка Куюмбинского месторождения. Зимняя автомобильная дорога от скважины к-10 до куста скважин №6», ш. 2925.

В 2017 г. ОАО «ТомскНИПИнефть» были выполнены инженерные изыскания на стадии рабочей документация по объектам: «Обустройство Куюмбинского месторождения. ВЛ-10 кВ «Т. 26 - Куст 44», ш.4612; «Обустройство Куюмбинского месторождения. Площадка складирования на правом берегу р. Подкаменная Тунгуска», ш.4615; «Обустройство Куюмбинского месторождения. Понтонная переправа с береговыми сооружениями через р. Подкаменная Тунгуска», ш.4615.

В 2018 г. ОАО «ТомскНИПИнефть» были выполнены инженерно-геологические изыскания по проектам: «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 48. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5368, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 48 с инженерными коммуникациями», ш. 5369, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 49. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5376, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 49 с инженерными коммуникациями», ш. 5377, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Автомобильная дорога от АД "Куст № 12 - УДР ЦПС" до водозабора на левом берегу р. Подкаменная Тунгуска», ш. 5449, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 114. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5718, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 115. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5757, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 116. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5711.

В 2019 г. ОАО «ТомскНИПИнефть» были выполнены инженерно-геологические изыскания по проектам: «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 103. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5894, «Обустройство Куюмбинского

месторождения. Куст скважин № 10В. Кустовое основание. Подъездная автомобильная дорога», ш. 5898, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 114 с инженерными коммуникациями», ш. 5746, «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куст скважин № 115 с инженерными коммуникациями», ш. 5748.

Непосредственно в районе проведения изысканий ЗАО «ТюменьНИПИнефть», были выполнены инженерно-геологические изыскания по следующим объектам:

В 2014 г. «Обустройство Куюмбинского месторождения. Вертолетная площадка в районе ВЖК», ш. 54/14-5-ИГЛИ.

В 2015 г. «Обустройство Куюмбинского месторождения. Куюмбинская ГТЭС», ш. 40/14-1-ИГЛИ; «Обустройство Куюмбинского месторождения. ВЖК, ОБП, ремонтно-эксплуатационная база сервисных предприятий», ш. 37/15-П-ИГИ; «Обустройство Куюмбинского месторождения. Центральный пункт сбора (1й и 2й этапы строительства)» ш. 0468/03/14-1-П-ИГИ; «Обустройство Куюмбинского месторождения. Центральный пункт сбора (1й и 2й этапы строительства)» ш. 03/14-1-Р-ИГИ.

Фондовые материалы изысканий прошлых лет по вышеперечисленным отчётам использовались для анализа исследуемой территории.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что геолого-гидрогеологические и инженерно-геологические условия Куюмбинского месторождения изучены с достаточной степенью детальности.

### **1.3 Геологическое строение района работ**

#### **1.3.1 Стратиграфия**

В геологическом строении листа участвуют осадочные образования рифея, венда, кембрия, ордовика, карбона, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и интрузивные образования триаса. Четвертичная система представлена осадками речных террас, биогенными, элювиальными и склоновыми накоплениями.

ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭОНОТЕМА  
РИФЕЙСКАЯ ЭОНОТЕМА  
СРЕДНЕ - ВЕРХНЕРИФЕЙСКАЯ ЭРАТЕМЫ

Камовская серия ( $RF_{2-3km}$ ) сложена терригенно-карбонатными породами – пестроцветными доломитами, доломитами глинистыми, аргиллитами, известняками, доломитами ангидритистыми, песчаниками, алевролитами.

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА

Отложения венда с размывом залегают на рифее и представлены сероцветными породами катангской и собинской свит.

Катангская свита ( $Vkt$ ) представлена доломитами глинистыми, аргиллитами, доломитами.

Собинская свита ( $Vsb$ ) залегает согласно на отложениях катангской свиты. Представлена она доломитами, доломитами глинистыми, аргиллитами, доломитами, ангидритами.

ФАНЕРОЗОЙСКАЯ ЭОНОТЕМА, ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА,  
КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА, НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Тэтэрская свита ( $V-E_{1tt}$ ) согласно перекрывает подстилающие отложения. Представлена она сероцветными доломитами глинистыми, доломитами, известняками, аргиллитами.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Нижний кембрий представлен сероцветными галогенно-карбонатными породами усольской и бельской свит и темно-серыми доломитами булайской свиты.

Усольская свита ( $E_{1us}$ ) согласно залегает на породах тэтэрской свиты. Представлена она доломитами, доломитами глинистыми и ангидритистыми, каменной солью (27–38 %), известняками.

Бельская свита ( $E_{1bls}$ ) залегает согласно на отложениях усольской свиты. Сложена она доломитами, каменной солью, доломитами глинистыми, известняками, известняками глинистыми, доломитами ангидритистыми.

Булайская свита ( $\text{Є}_1\text{bl}$ ) согласно залегает на породах бельской свиты. Представлена она доломитами, доломитами глинистыми, доломитами ангидритистыми.

## СРЕДНИЙ–ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ

Оленчиминская свита ( $\text{Є}_2\text{ol}$ ) залегает согласно на породах объединенных ангарской и литвинцевской свит. На поверхность выходит в бортах долин рр. Юктэмэжит, Бугаркан. Состав свиты: пестроцветные доломиты глинистые и алевритистые, известняки, мергели известковистые, доломиты, гипсы.

Черноостровская свита ( $\text{Є}_2\text{co}$ ) согласно залегает на породах оленчиминской свиты. Обнажения свиты встречаются на западе площади в пределах Бугарикского горста, где она слагает верхние части склонов и водоразделы. Состав свиты: красноцветные известняки алевритовые и глинистые (80 %), доломиты, доломиты алевритистые, мергели доломитовые (20 %)

Вельминская свита ( $\text{Є}_3\text{vl}$ ) залегает согласно на отложениях среднего кембрия. На поверхность выходит на юге и западе площади в бортах р. Подкаменная Тунгуска и ее притоков. Состав свиты: пестроцветные доломиты глинистые, песчанистые и песчаные, оолитовые и псевдооолитовые, песчаники кварцевые. Строматолитовые, алевритистые и алевритовые доломиты и известняки составляют.

## ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА

### НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Пролетарская свита ( $\text{O}_1\text{pr}$ ) согласно залегает на отложениях верхнего кембрия. Вскрывается она на склонах и водоразделах на большей части территории. Состав свиты: доломиты песчанистые и песчаные, песчаники кварцевые, доломиты строматолитовые, доломиты оолитовые, псевдооолитовые, доломиты, доломиты глинистые, алевритистые. Породы желтого, серого цвета.

Чуньская свита ( $O_{1cn}$ ) согласно залегает на отложениях пролетарской свиты. Выходит на поверхность в центре и на севере площади. Слагает водоразделы и верхние части бортов долин всех крупных рек района. Состав свиты: пестрые доломиты и доломиты алевритистые, алевролиты, известняки, известняки глинистые и песчанистые, мергели доломитовые, песчаники кварцевые.

### СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Байкитская свита ( $O_2bk$ ). Кварцевые песчаники этой свиты, с размывом залегающие на породах чуньской свиты, сохранилась в виде отдельных фрагментов на водоразделах рр. Онгне и Бугарикта, Кукшидэ и Танади. Мощность их до 20 м. Песчаники светло-серые мелко- и среднезернистые, сложены полуокатанными обломками кварца, калиевых полевых шпатов, микрокварцитов. Присутствуют глауконит, слюда, фосфатизированные обломки раковин брахиопод и конодонтов, рудные минералы, апатит, анатаз, сфен. Электромагнитная фракция представлена ильменитом, турмалином, рутилом, алмандином, тяжелая – цирконом.

Устьстолбовая свита ( $O_{2us}$ ) в северо-восточной и северо-западной части территории с размывом залегает на породах чуньской и байкитской свит. Сложена устьстолбовая свита пестроцветными аргиллитами и алевролитами, песчаниками кварцевыми.

### КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Каменноугольные отложения представлены карбонатно-терригенными отложениями тычанской свиты нижнего–среднего карбона и угленосно-терригенными породами чинокской свиты среднего–верхнего карбона.

### НИЖНИЙ–СРЕДНИЙ ОТДЕЛЫ

Тычанская свита ( $C_{1-2tc}$ ) выходит на поверхность на склонах долин рек Тычаны, Корда, Ханаун, Танади и Дэтми. Сложена тычанская свита кварцевыми песчаниками, известковыми алевролитами и аргиллитами, гравелитами, конгломератами; отмечаются линзы известняков.

## СРЕДНИЙ–ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ

Чинокская свита распространена свита в бассейне рек Ханаун, Мал. Кукшидэкэн, Танади, Дэтми, Тычаны и Корда в пределах отрицательных пликтивных структур. Чинокская свита делится на две подсвиты. Граница между ними проводится по подошве гравелитов или конгломератов.

Нижняя подсвита ( $C_{2-3}sp_1$ ) с внутриформационным размывом залегает на тычанской свите, с глубоким размывом – на отложениях нижнего или среднего ордовика. Сложена она песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами, гравелитами.

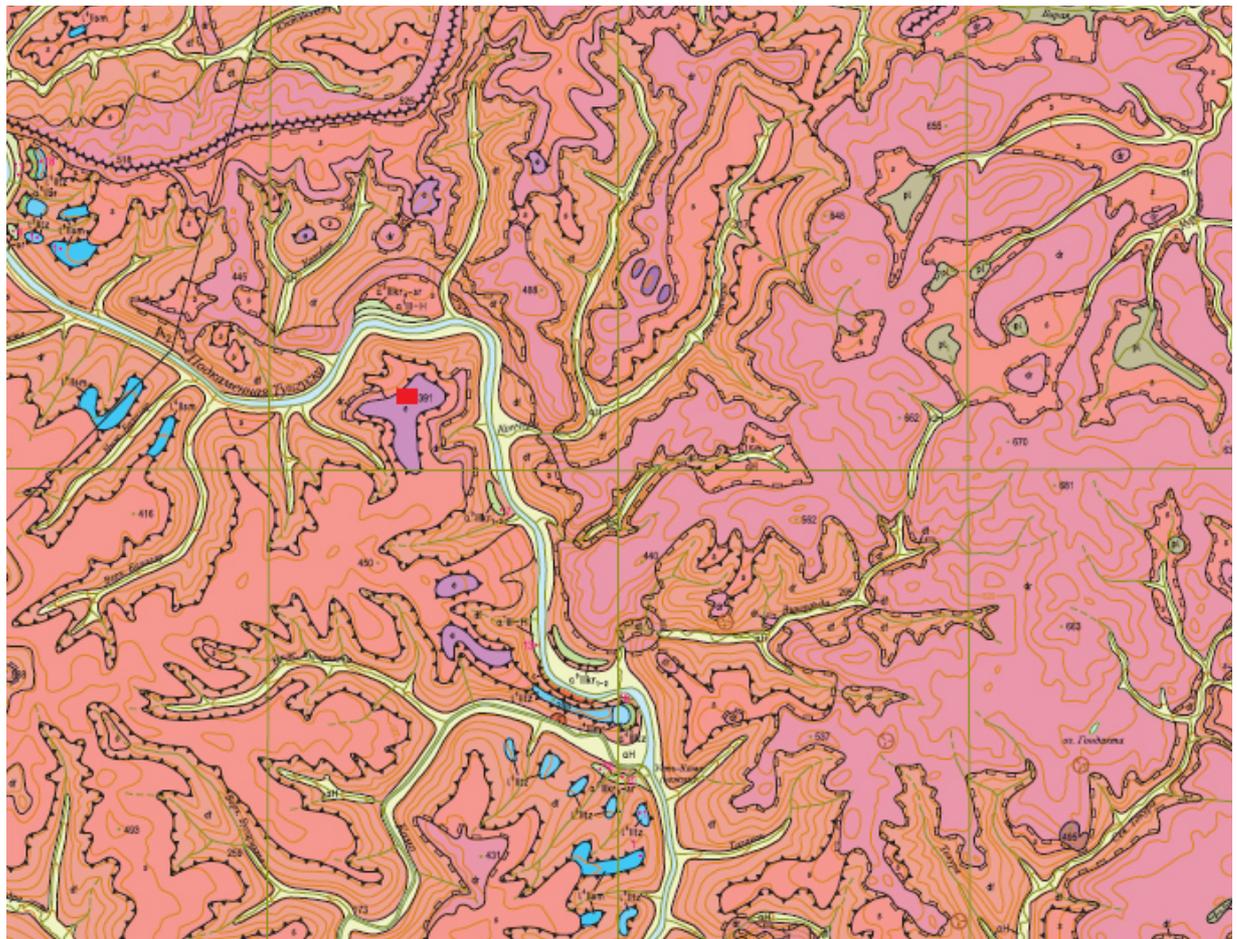
Верхняя подсвита ( $C_{2-3}sp_2$ ) с внутриформационным размывом залегает на нижнечинокской подсвите. Литологический состав подсвиты: песчаники полимиктовые, алевролиты, аргиллиты, их углистые разновидности с пропластками углей, гравелиты и мелкогалечниковые конгломераты .

## МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

### ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Корвунчанская серия. Учамская свита ( $T_{1uc}$ ) широко распространена в бассейне рек Бирая, Северная Токура, реже – на северной половине площади, где в пределах отрицательных пликтивных и пликтивно-блоковых структур со стратиграфическим несогласием и размывом залегает на отложениях карбона и нижнего ордовика. Представлена учамская свита туфами агломератовыми, псефитовыми, псаммитовыми, пелитовыми, пизолитовыми; встречаются прослой туфогравелитов, туфопесчаников, туфоалевролитов.

Четвертичная система Q. Образование четвертичного возраста перекрывают сплошным чехлом все более древние образования (рис. 1.1).



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

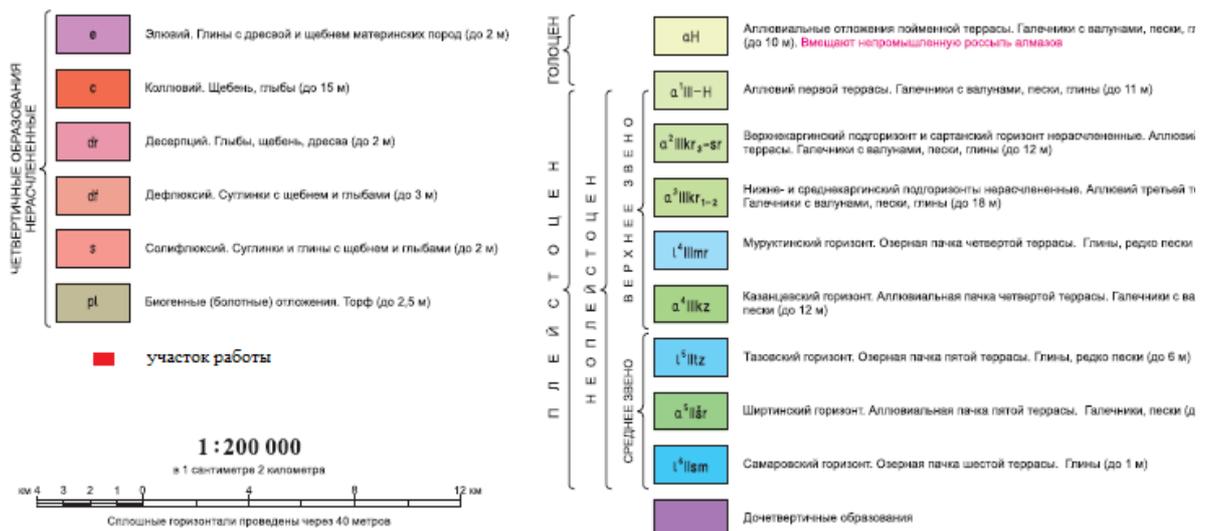


Рисунок 1.2 – Карта четвертичных образований (Эвенкийского района) [61]  
 КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

## ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Отложения четвертичного возраста покрывают всю площадь. Среди них выделены стратифицированные отложения речных террас и четвертичные нерасчлененные биогенные, элювиальные и склоновые накопления.

### ПЛЕЙСТОЦЕН

### НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

#### Среднее звено

Самаровский горизонт. В самаровский горизонт выделены осадки шестой террасы ( $I^6\Psm$ ). Осадки террасы представлены плотной серой пылеватой глиной с единичными гальками долеритов, кремней и кварца.

Ширтинский и тазовский горизонты представлены накоплениями пятой террасы, сложенной аллювием ширтинского ( $a^5\Psr$ ) и озерными осадками тазовского ( $I^5\Ptz$ ) горизонтов, которые откартированы отдельно.

Фрагменты пятой террасы выявлены в долине Подкаменной Тунгуски – в приустьевых частях рек Камо, Юктэмэжит и в долине р. Тычаны. На цоколе высотой 32 м залегает аллювий ширтинского горизонта, снизу галечник с гравийным песком, и песок.

#### Верхнее звено

Казанцевский и муруктинский горизонты представлены накоплениями четвертой террасы, сложенной аллювием казанцевского ( $a^4\Pkz$ ) и озерными осадками муруктинского ( $I^4\Pmr$ ) горизонтов, картируемых отдельно.

Каргинский горизонт. Нижне- и среднекаргинский подгоризонты нерасчлененные представлены аллювиальными отложениями третьей террасы ( $a^3\Pkr_{1-2}$ ). В долине Подкаменной Тунгуски откартированы два останца третьей террасы.

Каргинский горизонт, верхнекаргинский подгоризонт и сартанский горизонт нерасчлененные представлены аллювиальными осадками второй террасы ( $a^2\Pkr_{3-sr}$ ).

### ПЛЕЙСТОЦЕН, НЕОПЛЕЙСТОЦЕН, ВЕРХНЕЕЗВЕНО–ГОЛОЦЕН

### НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ

Представлены аллювием первой террасы ( $a^1\Pi-H$ ), которая сохранилась узкими, редко превышающими по ширине 100 м, сегментами.

## ГОЛОЦЕН

Представлен аллювием пойменной террасы ( $aQ_H; aH$ ).

## ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ

Биогенные (болотные) образования ( $pl$ ) в виде слоя олиготрофного торфа, накапливающегося в верховых болотах, закартированы на междуречьях в полях развития солифлюкция.

Элювий ( $e$ ) развит на плоских участках междуречных пространств, имеющих уклоны до  $2^\circ$ . Элювий закартирован на известняках нижнего ордовика и на долеритах. На известняках элювий представлен желто-серыми, зеленовато-серыми и красновато-бурыми жирными на ощупь глинами, в которых с глубиной возрастает количество и размер обломков материнской породы.

Коллювий ( $c$ ). В коллювиальных образованиях мы выделяем две разновидности – осыпной коллювий, или десперсий, и обвальный, или дерупций. Десперсий развит на подрезаемых рекой склонах долин круче  $35^\circ$ , сложенных осадочными породами ордовика ( $pp$ . Тычаны, Корда, Танади) и кембрия ( $p$ . Подкаменная Тунгуска). Выветрелый материал на них образует 0,5–1- метровый слой десперсия из щебенки и мелких глыб, скользящих, как в осыпи, друг относительно друга.

Десерпций ( $dr$ ) движение вниз по склону практически сухого обломочного материала в результате изменения объема обломков при колебаниях температуры. В климатических условиях района главным условием для образования десерпция является способность пород давать при выветривании в основном крупнообломочный материал – глыбы, щебень и дресву, в котором вода не задерживается. Такой способностью обладают долериты и ороговикованные породы.

Дефлюксий ( $df$ ) движение грунта, имеющего вязкопластичную консистенцию под действием силы тяжести. В резко континентальном

климате района, при сезонном промерзании и оттаивании грунтов, дефлюкция ускоряется явлением конжелифлюкции, т. е. смещением по контакту талой и мерзлой породы в тонком слое с вязкотекучей консистенцией.

Солифлюксий (s) движение грунта, имеющего вязкотекучую консистенцию. Солифлюкция характерна для нижних, более увлажненных частей склонов и выположенных междуречных пространств, с которых отток дождевых и талых вод затруднен. Во втором случае переувлажнению склонового чехла благоприятствует развитая здесь многолетняя мерзлота, которая служит водоупором для верховодки. Обычно разрез солифлюксия представлен суглинком или глиной мощностью до 1–2 м, в которых щебень и глыбы не имеют ориентировки [1].

### **1.3.2 Тектоника**

Куюмбинское месторождение расположено в юго-западной части Сибирской платформы. В тектоническом отношении район работ расположен на восточном крыле Вельминской антеклизы (по данным материалов к геологической карте Союза ССР масштаба 1:200000. Серия Тунгусская. Южная часть. Лист Р-47-XXVI). Такое положение обуславливает общее моноклиальное падение пород на северо-восток, которое в большинстве случаев не превышает 2 метра на километр. Таким образом, в структурном плане территория представляет собой моноклиаль северо-западного простирания с пологим общим падением пород на северо-восток. Моноклиаль осложнена рядом более мелких структур, ориентированных в северо-западном направлении.

В строении Вельминской антеклизы выделяется кристаллический фундамент и платформенный чехол. В раннем палеозое в пределах региона существовала крупная отрицательная структура, в центральной части которой происходило накопление мощной толщи терригенно-карбонатных осадков. В дальнейшем (не позднее карбона) Вельминская антеклиза претерпела инверсию, особенно в зонах глубинных разломов. Типичный платформенный режим установился здесь с позднекембрийской эпохи.

Фундамент в пределах района сложен, предположительно, немагнитными метаморфическими толщами архейского возраста, главным образом гнейсами и кристаллическими сланцами мезократового состава и имеет блоковое строение. Глубина залегания его в пределах района меняется от 7 до 9 км. В платформенном чехле на описываемой площади принимают участие осадочные отложения средне-позднекембрийского и ранненордовикского возраста нижнепалеозойского структурного яруса.

На фоне общего моноклиального погружения пород на изучаемой территории выделяются небольшие пликативные структуры более высокого порядка, к которым относится куполовидное поднятие в районе междуречья рек Юктамакит и Колобок, правобережных притоков р. Подкаменная Тунгуска. Сводная часть и крылья поднятия сложены породами триасового возраста, представленными долеритами.

Разрывные нарушения пользуются чрезвычайно широким распространением на всей изучаемой территории. Они хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках в виде тонких прямых и слегка изогнутых линий. На местности подавляющая часть разломов не выражена. Исключение составляют мелкие тектонические трещины предположительно современного возраста.

Многие разломы несут более или менее значительные смещения, амплитуды которых от 20 до 200 - 250 м. Часть разломов использовалась восходящими гидротермальными растворами: в их зонах породы носят следы хлоритизации, окремнения, амфиболитизации, кальцитизации и др.

Отметить какую-либо закономерную или преобладающую ориентировку в направленности разрывных нарушений невозможно. Плоскости большинства сбросов вертикальны или слабо наклонены. Протяжённость их от сотен метров до 10 – 20 км.

По времени заложения разрывные нарушения условно можно разделить на дотрапповые и послетрапповые. Первые служили подводными

каналами для трапповой магмы и частично «залечивались» ею, нарушения же второй группы нередко смещают трапповые тела.

Тектонические движения по разломам неоднократно возобновлялись, свидетельством чему могут служить смещения интрузивных тел по дотрапповым нарушениям, брекчирование трапповых тел, в том числе и даек, следы катаклаза и микросмещений в долеритах[1].

#### **1.4 Гидрогеологические условия**

В гидрогеологическом отношении район входит в состав Тунгусского артезианского бассейна и характеризуется широким распространением многолетней мерзлоты, которая оказывает существенное влияние на характер и условия залегания подземных вод.

Для оценки гидрогеологических условий строительства большое значение имеют особенности подземных вод приповерхностной части разреза, в частности первых от поверхности водоносных горизонтов, находящихся в зоне взаимодействия проектируемых сооружений. Гидрогеологические условия (изучаемой территории) характеризуются наличием следующих подземных вод, вскрытых на участке работ: положению поверхности мерзлых пород и подчиняется особенностям рельефа. Глубина оттаивания и мощность горизонта обводнения зависят от состава пород. Питание вод сезонно-талого слоя происходит за счет атмосферных осадков, конденсации водяных паров, таяния снега. Большое значение в этом процессе играет лед в грубообломочных образованиях. Формирование такого льда осуществляется весной при просачивании и замерзании в крупнообломочных мерзлых породах талых снеговых вод. Воды сезонно-талого слоя являются типичной верховодкой. Нижним водоупором для них служат многолетнемерзлые грунты. По продолжительности существования в летний период эти воды в зависимости от источников питания могут классифицироваться как периодически возникающие после выпадения дождей (на водоразделах), периодически исчезающие при длительном отсутствии дождей (верхние и средние части

склонов) и постоянно существующие за счет подтока вод сезонно-талого слоя с гипсометрически вышележащих участков (нижние части склонов, распадки, долины).

В пределах трассы по данным инженерно-геологического обследования надмерзлотные воды сезонно-талого слоя вскрыты на участках на глубине 0,20 м. Абсолютные отметки появления грунтовых вод изменяются от 284,28 до 440,74 м. На момент изысканий (февраль – май 2014 г.) уровень их установления зафиксирован на глубинах от 0,10 до 0,30 м. Воды безнапорные.

*Межмерзлотные порово-пластовые воды* вскрыты скважинами на глубинах 2,80 и 9,00 м. Приурочены к делювиально-элювиальным отложениям – маломощным линзам талых грунтов, мощностью 0,40-0,80 м, представленными суглинком дресвяным и щебенистым грунтом. Абсолютные отметки появления грунтовых вод изменяются от 313,63 до 359,91 м. На момент изысканий (февраль-май 2014 г.) уровень их установления зафиксирован на глубине 2,30 м, что соответствует абсолютной отметке 320,33 м. Воды безнапорные и напорные, высота напора 0,50-6,70 м. Нижним водоупором служат многолетнемерзлые грунты.

Межмерзлотные воды могут объединяться в летний период с надмерзлотными водами сезонно-талого слоя в гидравлически единые воды в четвертичных отложениях и будут являться типичной верховодкой.

*Подземные воды сквозного талика гидрогенного типа (порово-пластовые воды)* вскрыты скважинами на участках на глубине 4,80 м. Приурочены к аллювиально-делювиальным отложениям – песку гравелистому; делювиально-элювиальным отложениям – линзам суглинка дресвяного и щебенистому грунту. Абсолютные отметки появления грунтовых вод изменяются от 230,16 до 382,42 м. На момент изысканий (февраль-май 2014 г.) уровень их установления зафиксирован на глубинах 0,20-7,20 м, на абсолютных отметках 230,16-383,12 м. Воды безнапорные и

напорные, высота напора 0,70-1,50 м. Нижним водоупором служат слабоводопроницаемые грунты (суглинки дресвяные твердой консистенции).

Питание вод осуществляется за счет перетекания из смежных водоносных горизонтов, атмосферных осадков, поверхностного водотока.

По химическому составу преобладают гидрокарбонатные натриево-калиево-магниевые-кальциевые подземные воды, с нейтральной и слабощелочной реакцией, умеренно жесткие, пресные (по классификации В.А. Александрова).

По водородному показателю рН, при значениях коэффициента фильтрации  $>0,1$  и  $<0,1$ , грунтовые воды характеризуются как неагрессивные по отношению к маркам бетона по водопроницаемости W4, W6, W8.

По содержанию хлоридов воды являются неагрессивными при воздействии на арматуру железобетона при постоянном погружении и при периодическом смачивании.

По содержанию агрессивной углекислоты подземные воды характеризуются как неагрессивные и слабоагрессивные по отношению к бетону марки W4 по водопроницаемости, и неагрессивные по отношению к бетону марки W6.

По отношению к алюминиевой оболочке кабеля воды характеризуются средней агрессивностью, по отношению к свинцовой оболочке кабеля – низкой и средней агрессивностью.

По суммарной концентрации сульфатов и хлоридов поверхностные и подземные воды среднеагрессивные по степени агрессивного воздействия сред на металлические конструкции при свободном доступе кислорода в интервале температур от 0 до 50°С и скорости движения до 1 м/с[1].

### **1.5 Геологические процессы и явления**

Особенности экзогенных геологических процессов в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов обусловлены периодичностью промерзания и оттаивания, охлаждения и нагревания верхних горизонтов отложений, спецификой свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих

грунтов, временной периодической изменчивостью их напряженного состояния.

На территории месторождения из активных экзогенных геологических процессов имеют развитие: морозное пучение дисперсных грунтов, из эндогенных – сейсмичность.

***Морозное пучение.*** Распространение пылевато-глинистых грунтов в слое сезонного промерзания-оттаивания обуславливает их сезонное пучение.

По результатам лабораторного определения степени пучинистости, грунты в слое сезонного промерзания-оттаивания относятся к непучинистым .

Согласно СП.115.13330.2016 по степени опасности морозного пучения территория относится к категории «умеренно опасных».

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов составляет: для суглинков – 3,29 м, суглинков с дресвой – 3,57 м, для дресвяных грунтов – 3,92 м, для щебенистых грунтов – 4,05 м, для глыбовых грунтов – 4,27 м. Нормативная глубина сезонного промерзания супеси принята по материалам изысканий по объекту: «Обустройство Куюмбинского месторождения, автодорога», выполненного АО «ТомскНИПИнефть» в 2015 г, и составляет 3,7 м.

Нормативная глубина сезонного оттаивания грунтов составляет для суглинков с дресвой 2,92 м, для дресвяных грунтов – 3,27 м, для щебенистых грунтов – 3,32 м, для глыбовых грунтов – 3,54 м.

При промерзании сезонно-талого слоя осенью отмечается пучение за счет замерзания грунтовой влаги без подтока извне (система закрытого типа). Высота его не превышает 100 мм. Из-за малых величин и равномерности пучение приводит к слабым деформациям структуры напочвенного растительного покрова. Величина пучения слоя сезонного промерзания больше пучения сезонно-талого слоя, так как сезоннопромерзающий слой является открытой системой и его промерзание сопровождается активной миграцией влаги [1].

**Сейсмичность.** Месторождение расположено на территории, где интенсивность сейсмических воздействий составляет 5 баллов (карты ОСР-2015 согласно СП 14.13330-2018). Согласно СП 115.13330.2016 по категории опасности землетрясения территория относится к «умеренно опасным»[48].

**Карстово-суффозионные процессы.** На участках проектируемых сооружений карстовые проявления не выявлены. Провалов бурового инструмента, при бурении на изученную глубину 15,0 метров не зафиксировано.

В процессе изысканий на проектируемой территории, встреченные доломиты, вступали в реакцию с соляной кислотой и вскипали только в измельченном виде (в порошке). Анализ взаимодействия скальных грунтов с соляной кислотой был произведен в полевых условиях.

Другие процессы, согласно СП 115.13330.2016, на объекте не выявлены.

При проектировании должны предусматриваться мероприятия, снижающие воздействие неблагоприятных факторов, как в период строительства, так и при эксплуатации, мероприятия предохраняющие грунты от ухудшения их свойств [1].

### **1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района**

Временный энергоцентр расположен в Красноярском крае на территории Эвенкийского муниципального района, в пределах Куюмбинского месторождения.

В геоморфологическом отношении площадка расположена на левом берегу р. Подкаменная Тунгуска.

Поверхность площадки пологая. Абсолютные отметки изменяются от 385,60 до 386,70 м. Растительность представлена смешанным лесом (кедр, ель, береза).

В геологическом строении проектируемой площадки, на исследованную глубину до 15,0 м, принимают участие элювиальные отложения четвертичного возраста и скальные грунты кембрийского возраста.

Почвенно-растительный слой прослеживается на всей территории изучаемой площадки и из-за своей небольшой мощности (0,1 - 0,3 м) выделен в отдельный слой.

На проектируемой площадке, для получения данных о температуре грунтов, в скважинах была выполнена термометрия. Температура грунта на глубине 10,0 м (глубина нулевых амплитуд) составила 0,20 - 0,38 °С [1].

По степени засоленности грунты, согласно таблице Б.25 ГОСТ 25100-2011 являются незасоленными.

На момент изысканий на проектируемой площадке подземные воды не встречены.

Нормативная глубина сезонного оттаивания составляет для: суглинков с дресвой - 2,92, для дресвяных грунтов - 3,27 м, для щебенистых грунтов - 3,32 м, для глыбовых грунтов - 3,54 м.

Нормативная глубина сезонного промерзания составляет для: суглинков – 3,29, суглинков с дресвой - 3,57, для дресвяных грунтов - 3,92 м, для щебенистых грунтов - 4,05 м, для глыбовых грунтов - 4,27 м.

По относительной деформации морозного пучения грунты в слое сезонного промерзания-оттаивания, согласно таблице Б.27 ГОСТ 25100-2011, являются: непучинистыми.

Площадка расположена на территории, где интенсивность сейсмических воздействий составляет 5 баллов (карты ОСР-2015-А) СП 14.13330.2018.

## **2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ**

### **2.1 Рельеф участка**

Временный энергоцентр расположен в Красноярском крае на территории Эвенкийского муниципального района, в пределах Куюмбинского месторождения.

В геоморфологическом отношении площадка расположена на левом берегу р. Подкаменная Тунгуска.

Поверхность площадки пологая. Абсолютные отметки изменяются от 385,60 до 386,70 м. Растительность представлена смешанным лесом (кедр, ель, береза)[1].

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

Исследуемые грунты подразделяются по литологическому составу, прочностным характеристикам. Согласно ГОСТ 20522-2012 (п. 5.1) исследуемые грунты разделены на инженерно-геологические элементы (ИГЭ) с учетом их происхождения (генезиса), текстурно-структурных особенностей, подвида или разновидности.

В соответствии с ГОСТ 20522-2012 на площадке выделено 1 слой и 3 инженерно-геологических элемента:

Слой 1 Почвенно-растительный слой, талый. Встречен с поверхности на всей площади проектируемой площадки, мощностью 0,1 - 0,3 м.

ИГЭ-1 Суглинок легкий пылеватый с дресвой полутвердый. Встречен в верхней части разреза в интервале глубин от 0,2 – 0,3 м, до 2,2 – 4,2 м. Вскрытая мощность слоя от 2,0 до 3,9 м.

ИГЭ-2 Щебенистый грунт заполнитель суглинок полутвердый до 30 % с включениями глыб до 15 % (щебень средней прочности, средневыветрелый). Распространен повсеместно в средней и нижней части разреза в интервале глубин от 2,2 - 4,2 до 9,8-15,0 м. Вскрытая мощность по площадке от 5,6 до 12,8 м.

ИГЭ-3 Доломит средней прочности размягчаемый средневыветрелый. Встречен локально в основании разреза, с глубины 9,8 – 10,4 м, до глубины 15,0 м, мощностью 4,6 – 5,2 м.

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

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

В результате анализа пространственной изменчивости частных значений показателей свойств грунтов с учетом данных о геологическом строении и литологических особенностях грунтов в сфере взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой по проектируемой площадке временного энергоцентра выделен 1 слой и 3 инженерно-геологических элементов.

Классификация грунтов принята по ГОСТ 25100-2011. Статистическая обработка лабораторных данных и выделение инженерно-геологических элементов выполнены согласно ГОСТ 20522-2012.

Перечень выделенных на изучаемой территории инженерно-геологических элементов и пункты классификации по трудности разработки, согласно таблице 1-1 сборника №1 ФЭР – 2001 и ГЭСН-2001:

Слой 1- Почвенно-растительный слой, с древесными корнями, 9б.

ИГЭ-1 - Суглинок легкий пылеватый с дресвой полутвердый; суглинок имеет следующие значения показателей, полученные в результате статистической обработки:  $W=0,207$  д.ед.;  $W_L=0,29$  д.ед.;  $W_p=0,19$  д.ед.;  $I_p=0,10$  д.ед.;  $I_L=0,16$  д.ед.,  $\rho=1,96$  г/см<sup>3</sup>;  $\rho_d=1,62$  г/см<sup>3</sup>;  $e=0,67$  д.ед.;  $S_r=0,84$  д.ед.;  $C=39$  кПа;  $\varphi=20^\circ$ ;  $E=16$  МПа.

ИГЭ-2 - Щебенистый грунт заполнитель суглинок полутвердый до 30 % с включениями глыб до 15 % (щебень средней прочности, средневыветрелый). Щебенистый грунт имеет следующие значения показателей, полученные в результате статистической обработки:  $W=0,119$

д.ед.;  $W_{зап}=0,175$  д.ед.;  $\rho=2,26$  г/см<sup>3</sup>;  $\rho_d=2,02$  г/см<sup>3</sup>;  $e=0,36$  д.ед.;  $S_r=0,91$  д.ед.;  $C=14$  кПа;  $\varphi=28^\circ$ ;  $E=47$  МПа.

ИГЭ-3 - Доломит средней прочности, размягчаемый, средневыветрелый. Доломит имеет следующие средние значения показателей, полученные в результате статистической обработки:  $\rho=2,47$  г/см<sup>3</sup>;  $R_c=25,9$  МПа;  $K_{вр}=0,89$  д.ед.;  $K_{sop}=0,49$  д.е; показатель качества RQD - 58 % (среднее качество грунта) [1].

### 2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов

Статистическую обработку характеристики и показателей проводят для вычисления нормативных и расчетных значений свойств грунтов. Основной единицей является инженерно-геологический элемент. Инженерно-геологический элемент (ИГЭ) – объем грунта однородного и того же номенклатурного вида при соблюдении одного из следующих условий:

- характеристики грунта изменяются в пределах элемента незакономерно;
- существующая закономерность в изменении характеристик такова, что ей можно пренебречь.

Предварительное разделение грунтов на ИГЭ проводят с учетом их возраста, происхождения, текстурно-структурных особенностей и номенклатурного вида:

ИГЭ-1 - Суглинок легкий пылеватый с дресвой полутвердый.

ИГЭ-2 - Щебенистый грунт заполнитель суглинок полутвердый.

ИГЭ-3 - Доломит средней прочности, размягчаемый, средневыветрелый.

Правильность выделения ИГЭ проверяют на основе оценки пространственной изменчивости характеристик, используя при этом следующие показатели свойств грунта:

для крупнообломочных грунтов - гранулометрический состав;

для глинистых грунтов - характеристики пластичности (пределы и число пластичности), коэффициент пористости и влажность.

Характер пространственной изменчивости показателей свойств грунта устанавливают на основе качественной оценки распределения их частных

значений по глубине ИГЭ. Для этого строят графики. Оценку пространственной изменчивости проводят отдельно по каждой характеристике грунта.

Если установлено, что изменение характеристик грунта не закономерно по глубине инженерно-геологического элемента, переходят к вычислению нормативных и расчетных значений характеристик [11].

Для выделения ИГЭ необходимо оценить характер пространственной изменчивости свойств грунтов. 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.

Для оценки пространственной изменчивости свойств грунтов в программе Excel построены графики изменчивости показателей свойств с глубиной и рассчитаны коэффициенты вариации. Показатели свойств получены в результате инженерно-геологических изысканий АО «ТомскНИПИнефть» для обустройства площади Куюмбинского месторождения.

Для проверки правильности выделения ИГЭ выполняется расчет коэффициента вариации по формуле 2.1:

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

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

$S$  – среднее квадратическое отклонение характеристики.

По ГОСТ 20522-2012 дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие:

$$V < V_{\text{доп.}}, \quad (2.2)$$

где  $V$  – коэффициент вариации;

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

Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, дальнейшее разделение ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие 2.2.

1. Для коэффициента пористости и влажности не более 0,15;
2. Для модуля деформации, сопротивления срезу и временного сопротивления одноосному сжатию не более 0,3.

Графики изучения характера изменчивости показателей физических свойств грунтов, в плане и по глубине, входящих в сферу взаимодействия сооружения с геологической средой приведены ниже (рис. 2.1).

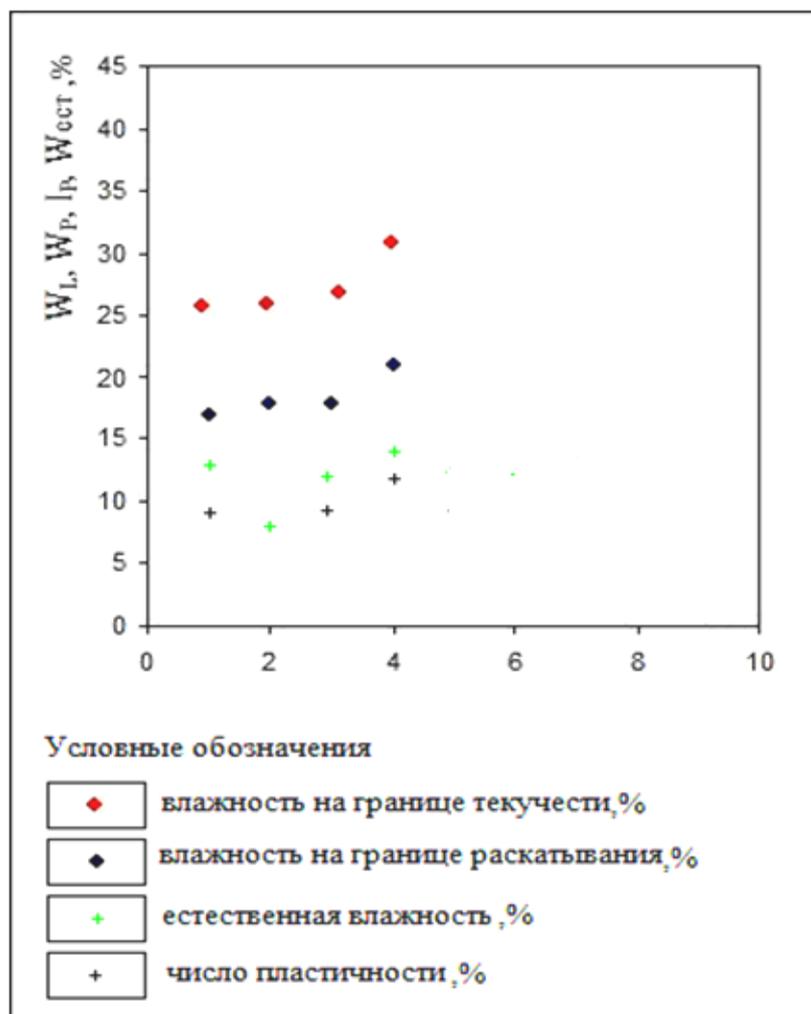


Рис 2.1 Зависимости частных характеристик влажности и консистенции суглинка полутвердого дресвяного по глубине.

Таблица 2.1. Параметры изменчивости физических характеристик свойств грунта

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Среднее значение параметра, $X$	Коэффициент вариации, $V$
Влажность на границе текучести, $W_L$	3,23	29	0,11
Влажность на границе раскатывания, $W_p$	1,46	18,69	0,078
Естественная влажность, $W_{ест}$	1,9	12,4	0,15
Число пластичности, $I_p$	1,80	12	0,15

Из графиков (рис. 2.1) видно, что значения влажности на границе текучести, границе раскатывания, естественной влажности и числа пластичности изменяются по глубине незакономерно, проводить разделение предварительно выбранного ИГЭ не следует, так как величина коэффициента вариации не превышает 0,15 [11].

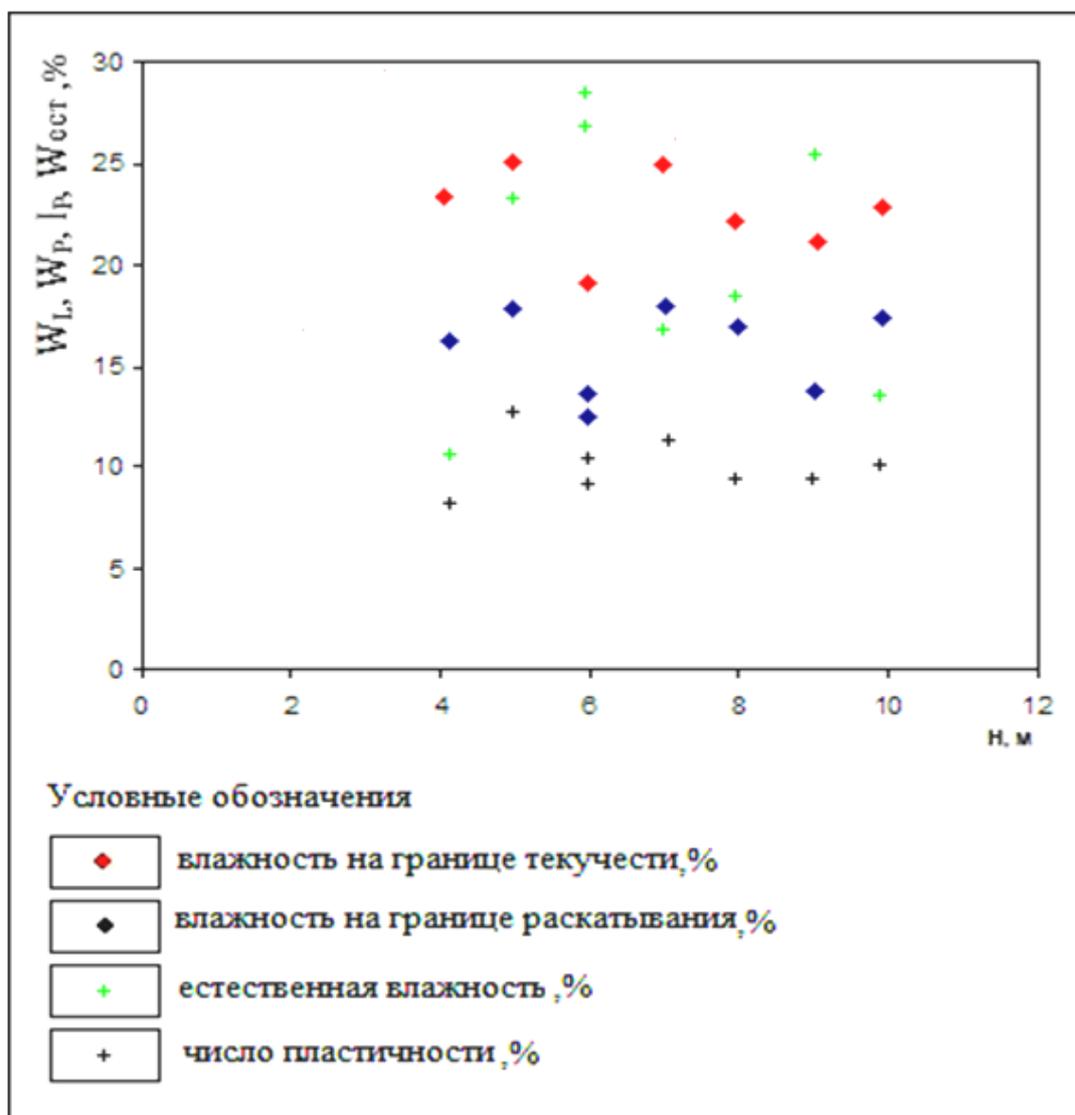


Рис. 2.2 Зависимости частных характеристик влажности и консистенции суглинистого полутвердого заполнителя щебенистого грунта по глубине.

Таблица 2.2 Параметры изменчивости физических характеристик свойств грунта

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Среднее значение параметра, $X$	Коэффициент вариации, $V$
Влажность на границе текучести, $W_L$	2,66	22,5	0,11
Влажность на границе раскатывания, $W_P$	1,77	16,3	0,10
Естественная влажность, $W$	1,53	9,8	0,15
Число пластичности, $I_P$	1	6	0,13

Из графиков (рис. 2.2) видно, что значения влажности на границе текучести, границе раскатывания, естественной влажности и числа пластичности изменяются по глубине незакономерно, проводить разделение предварительно выбранного ИГЭ не следует, так как величина коэффициента вариации не превышает 0,15 согласно ГОСТ 20522 [11].

Проанализировав графики и рассчитав коэффициент вариации для всех предварительно выделенных ИГЭ, окончательно можно выделить 3 инженерно-геологических элементов (графическое приложение лист 2). Нумерация ИГЭ дается в соответствии с отчетом об инженерно-геологических изысканиях «Обустройство Куюмбинского месторождения, автодорога»:

- ИГЭ-1. Суглинок полутвердый с включением дресвы ( $eQ_{IV}$ );
- ИГЭ-2 - Щебенистый грунт заполнитель суглинок полутвердый( $eQ_{IV}$ );
- ИГЭ-3 - Доломит средней прочности, размягчаемый, средневыветрелый ( $\epsilon_3$ );

### **2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов**

Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов устанавливают на основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-2012.

Нормативное значение всех физических и механических характеристик грунтов принимают равным среднеарифметическому значению и вычисляют по формуле 2.3:

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (2.3)$$

где  $n$ – число определений характеристики;

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

Расчетные значение устанавливают для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего

трения, плотность), и получают их делением нормативного значения показателя на коэффициент надежности, формула 2.4:

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (2.4)$$

где  $\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту, который рассчитывается по формуле 2.5:

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha}, \quad (2.5)$$

где  $\rho_\alpha$  – показатель точности  $X_n$ , который находится по формуле (2.6):

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}}, \quad (2.6)$$

где  $t_\alpha$  – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2 ГОСТ 20522-2012 приложения Ж в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности  $\alpha$  и числа степеней свободы  $K = n - 1$ .

В соответствии с СП 22.13330.2016 доверительная вероятность  $\alpha$  расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности  $\alpha = 0,95$ , по деформациям –  $\alpha = 0,85$  [39].

Пример вычисления расчетного значения плотности суглинка полутвердого по несущей способности при  $X_n = 1,29$  г/см<sup>3</sup>,  $n = 10$ ,  $K = 9$ ,  $t_\alpha = 1,83$ ,  $V = 0,078$ :

$$\rho_\alpha = \frac{1,83 \times 0,078}{\sqrt{10}} = 0,01;$$

$$\gamma_g = \frac{1}{1 - 0,01} = 1,01;$$

$$X = \frac{1,29}{1,01} = 1,28 \text{ г/см}^3.$$

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

#### **2.4 Гидрогеологические условия**

Для оценки гидрогеологических условий строительства большое значение имеют особенности подземных вод приповерхностной части разреза, в частности первых от поверхности водоносных горизонтов, находящихся в зоне взаимодействия проектируемых сооружений. При проведении изысканий по объекту «Обустройство Куюмбинского месторождения, автодорога», ЗАО ТюменьНИПИнефть (в сентябре, декабре 2014 г., в январе-апреле и октябре 2015 г), подземные воды также вскрыты не были.

На участках распространения талых грунтов, в весенне-летний период возможно появление подземных вод типа верховодка. Профиль их распространения подчиняется особенностям рельефа. Питание вод верховодки осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, таяния снега. По продолжительности существования в летний период эти воды в зависимости от источников питания могут классифицироваться как периодически возникающие после выпадения дождей (на водоразделах), периодически исчезающие при длительном отсутствии дождей (верхние и средние части склонов).

При строительстве и эксплуатации проектируемых объектов, в теплый период года, на проектируемой площадке, на участках развития мерзлоты сливающегося типа возможно образование надмерзлотных вод. Почвенно-растительный слой может быть обводнён в периоды интенсивного выпадения осадков, особенно в понижениях рельефа. Степень минерализации и химический состав подземных вод может существенно измениться в связи с попаданием в них промышленных и сточных вод. В результате этого ранее неагрессивные воды, после освоения территории могут повысить свою агрессивность.

## **2.5 Геологические процессы и явления на участке**

На данном участке категория сложности условий обусловлена геологическими и геоморфологическими факторами, а также возможностью проявления неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатацию зданий и сооружений, и оказывающих существенное влияние при выборе проектных решений, а именно:

- прогнозируемое подтопление территории;
- возможность проявления сейсмических воздействий с интенсивностью 5 баллов.

При производстве земляных работ (устройство котлованов, траншей и пр.) возможно появление воды в котлованах и траншеях.

Согласно СП 14.13330.2018 СНиП II-7-81\* исследуемая площадка входит в район возможных сейсмических воздействий, интенсивность которых по картам ОСР-2015-А; В оценивается в 5 баллов по шкале MSK – 64 для грунтов II категории по сейсмическим свойствам. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – III (таблица 1 СП 14.13330.2018 СНиП II-7-81\*) [1].

## **2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка**

Оценка категории сложности инженерно-геологических условий проведена согласно приложению Г СП 47.13330-2016 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».

По геоморфологическим условия участок находится в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность рельефа слаборасчлененная, местами пологоволнистая.

По геологическому фактору в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой участок представлен тремя разными по литологии слоями, залегающим почти горизонтально. Мощность их выдержана по простиранию. Характеристики грунтов изменяются закономерно.

Геологические и инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации, а также специфические грунты имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.

Согласно СП 47.13330.2016, сложность инженерно-геологических условий участка изысканий по геоморфологическим условиям относится к I категории, по геологическим условиям – ко II категории, по гидрогеологическим условиям – к I категории, по существованию геологических инженерно-геологических процессов, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатацию зданий и сооружений – ко II категории. По природно-техническим условиям производства работ – ко II категории.

Категории сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности всех факторов и, 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. Следовательно, сложность инженерно-геологических условий на участке изысканий относится к II категории, то есть инженерно-геологические условия средней сложности [37].

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

Строительство объектов промысла сопровождается удалением или нарушением естественных покровов (снежного, травяного, мохового, растительного), что изменяет тепловой режим верхнего слоя грунтов, приводит к резкому изменению природной обстановки, и как следствие - мерзлотных условий.

Измерения температурных показателей грунтов выявили определенную закономерность: мерзлотные условия в данном районе

крайне нестабильные, термодинамическое равновесие между мерзлыми и тальными грунтами здесь невысокое, нарушение почвенно-растительного слоя, удаление растительности приводит к постепенному оттаиванию многолетнемерзлых грунтов. В результате хозяйственной деятельности, можно ожидать, возрастание сезонной аккумуляции тепла грунтами в 1,5 - 2 раза, соответственно увеличивается и глубина сезонного оттаивания.

Как показывает практика строительства объектов обустройства месторождения при подготовке площадок под строительство производится полная вырубка леса с удалением почвенно-растительного покрова. А это однозначно, согласно выполненным расчетам и наблюдениям на ранее застроенной территории, приведет к оттаиванию многолетнемерзлых грунтов. Общий прогноз для данной территории – в настоящее время многолетняя мерзлота района из-за антропогенного воздействия при строительстве объектов промысла имеет тенденцию к деградации.

### **3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке**

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

После того как установлено местоположение сооружения и определены его основные конструктивные особенности и режим эксплуатации проводятся инженерно-геологические изыскания в пределах сферы взаимодействия (СВ) проектируемого сооружения с геологической средой.

Под сферой взаимодействия геологической среды с сооружением следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы [5].

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

Границы СВ зависят не только от свойств геологической среды, но и от назначения, типа, конструкции, методов строительства и эксплуатации сооружения. Определяются они расчетами и в свою очередь определяют площадь и глубину проведения инженерно-геологических изысканий, а в конечном итоге – объемы и методы выполнения работ, которые могут быть установлены в том случае, если:

- определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- разработаны его конструкция и режим его эксплуатации (таблица 3.1);
- выявлены и изучены геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

При обосновании проектов зданий и сооружений сфера воздействия проектируемого сооружения на геологическую среду в первом приближении может быть ограничена:

- по площади – контуром расположения проектируемого здания или сооружения и территорией благоустройства вокруг него (2–3 м);

– по глубине – глубиной залегания скальных грунтов и мощностью выветрелых пород.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика проектируемого сооружения

Наименование сооружения	Габариты, м	Тип фундамента	Этажность	Предполагаемая глубина заложения свай, м	Наличие подвалов	Уровень ответственности
Временный энергоцентр	30x40	Свай-стойки	1	В зависимости от залегания коренных пород	-	II

Согласно СП 446.1325800.2019, границами сферы взаимодействия здания с геологической средой в плане будут являться размеры здания и дополнительно 1-2 м (с каждой стороны) – территория благоустройства.

Предполагаемая глубина заложения свай будет определяется глубиной залегания коренных пород и их качеством. В верхней части доломиты слабые, трещиноватые и малоизученные. Следовательно, сфера взаимодействия, в которой возможна осадка, может распространиться на ослабленную зону скальных грунтов, вследствие этого необходимо изучение штампами.

В результате анализа характера взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой составлена расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета несущей способности основания и инженерно-геологических процессов, представленная на листе 3 графических приложений.

Расчетная схема – это инженерно-геологический разрез, на котором показаны технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические условия, нужный для расчета набор показателей физико-механических свойств пород. На основе составленной расчетной схемы основания и с учетом требований

нормативных документов определены следующие конкретные задачи изысканий для проектируемого сооружения:

1. Изучение всех факторов инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой.

2. Расчленение геологического разреза в сфере взаимодействия на инженерно-геологические категории пород.

3. Детальное изучение физико-механических свойств пород сферы взаимодействия и выделение инженерно-геологических элементов в разрезе.

4. Определение нормативных и расчетных значений показателей свойств для инженерно-геологических элементов с целью составления инженерно-геологических разрезов, прогноза развития инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия расчетным методом, с целью составления расчетной схемы: основание-сооружение или геологическая среда-сооружение [7].

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

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий района (площадки, участка, трассы) проектируемого строительства, включая рельеф, геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы, изменение условий освоенных территорий, составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой с целью получения необходимых и достаточных материалов для проектирования, строительства и эксплуатации объектов и инженерной защиты зданий и сооружений [38].

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

а) подготовительный,

б) период выполнения основных объемов работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий,

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

В подготовленный период выполняются работы организационно-методического и организационно-технического содержания, конечной целью которого является составление программы инженерно-геологическим изысканий и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

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

Заключительный этап – ведется камеральная обработка всего полученного фактического материала, в результате которой составляется технический отчет об инженерно-геологических изысканиях.

Основное содержание геолого-методической части программы сводится к обоснованию видов и объемов необходимых работ и методов их проведения [6].

В комплекс работ включены:

- инженерно-геологическая рекогносцировка (обследование),
- топогеодезические работы,
- буровые работы,
- полевые опытные работы,
- опробование,
- лабораторные работы,
- камеральные работы.

### **3.2.1 Топографо-геодезические работы**

Топогеодезические работы осуществляются для обеспечения привязки выработок. Эти работы включают в себя теодолитную съемку, которая выполняется при помощи теодолита и мерной ленты, при ее выполнении измеряются горизонтальные углы и расстояния, и нивелирования, в результате которого определяются превышения между точками местности с последующим вычислением их высот относительно принятой исходной поверхности.

В процессе работы необходимо будет обеспечить планово-высотную привязку для 5 скважин.

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

Одновременно с топографо-геодезическими работами планируется проведение рекогносцировочного обследования выполняется перед буровыми работами. При проведении рекогносцировки отмечаются все неблагоприятные физико-геологические процессы и явления, границы их распространения, уделяется особое внимание естественным обнажениям грунтов, естественным водопроявлениям и колодцам, также проводится осмотр места изыскательских работ, описание геоботанических индикаторов (характера растительности) и визуальная оценка рельефа. Общий объем рекогносцировочного обследования – 0,5 км [43].

В процессе обследования должны быть выявлены основные особенности участка строительства и определена возможность проведения полевых работ.

### **3.2.2 Буровые работы**

Для изучения геолого-литологических условий производились буровые работы. Бурение скважин осуществляется самоходной буровой установкой УРБ-2А-2 на базе МТЛБУ колонковым способом диаметром до 160 мм.

Отбор образцов грунта, упаковка, доставка в лабораторию и хранение производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2000, воды – ГОСТ Р 51592-2000.

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

1) установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод; определения глубины залегания уровня подземных вод;

2) отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств [12].

Согласно СП 446.1325800.2019, 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. В соответствии со схемой расположения проектных работ необходимое количество скважин – 5, глубина выработок 15 м, общий объем бурения составляет 75 п.м. Схема расположения проектируемого сооружения и проектных скважин представлена на листе 2 графических приложений.

### **3.2.3 Опробование**

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

Инженерно-геологическое опробование включает:

1. Планирование системы размещения точек изучения состава, состояния и свойств пород или определение СППИНФа (его типа, объема и параметров).

2. Собственно отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов пород проводят в соответствии с ГОСТ12071-2014.

Числовой характеристикой плотности точек опробования являются интервал и шаг опробования. Для определения количества образцов используется нормативный метод. Согласно 446.1325800.2019 по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу необходимо обеспечивать

получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов. Необходимое количество частных определений представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Необходимое количество частных значений характеристик грунтов

ИГЭ	Гранулометрический состав	Влажность W, %	Влажность на границе текучести W <sub>L</sub> , %	Влажность на границе пластичности W <sub>p</sub> , %	Плотность ρ, г/см <sup>3</sup>	Плотность частиц ρ, г/см <sup>3</sup>	Гранулометрический состав	Коэф. истираемости K <sub>и</sub> , д.е.	Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и водонасыщенном состоянии, R с, МПа	Монолиты	Пробы в нарушенном состоянии
1. Суглинок полутвердый с включением дресвы	10	10	10	10	10	10	10	-	-	-	10
2. Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем	10	10	10	10	10	10	10	6	-	-	10
3. Доломит	-	10	-	-	10	-	-	6	12	10	-
Итого:										10	20

Интервал опробования определяется по следующей формуле:

$$n = (H_{cp}/N) * \text{количество скважин}, \quad (3.1)$$

где n – интервал опробования, м,

H<sub>cp</sub>. – средняя мощность инженерно-геологического элемента, м,

N – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования для образцов нарушенной структуры:

– n (ИГЭ1)=(3,1/10)\*5= 1,5 м;

– n (ИГЭ2)=(6,9/10)\*5 =3,5м;

Интервалы опробования для монолитов:

– n(ИГЭ 3)=(5/6)\*5 = 4,2м.

Расчетный интервал опробования, не позволяет отобрать нужного количества образцов, поэтому учитывая опыт инженерно-геологических работ организации «ТомскНИПИнефть» интервал опробования в скважинах принят 2 метра.

Таким образом, проектом предусмотрен отбор 20 образцов нарушенного сложения и 10 монолитов. При этом количество проб из каждого ИГЭ должно обеспечить не менее 10 физических и 6 механических характеристик свойств грунтов. Проектируемые точки опробования показаны красным цветом на инженерно-геологическом разрезе и карте (графическое приложение лист 2).

### **3.2.4 Полевые опытные работы**

Выбор методов опытных работ исследований грунтов осуществляется в зависимости от вида изучаемых грунтов и целей исследований с учетом стадий (этапов) проектирования, уровня ответственности сооружения (ГОСТ 27751-2014), степени изученности и сложности инженерно-геологических условий.

В данном случае в полевых условиях определяется температура грунтов. Так как, грунты, входящие в сферу взаимодействия сооружения с геологической средой являются промерзающими. Для определения температуры грунтов необходимо применить метод термометрии ГОСТ 25358-2012 [40].

### **3.2.5 Лабораторные исследования**

После окончания полевых работ проводятся лабораторные исследования. Выбор вида и состава определений характеристик грунтов производится в соответствии с видом грунта, этапа изысканий, характера проектируемого здания, а также прогнозируемых изменений инженерно-геологических условий по СП 11-105-97 часть 4 [38].

Таким образом, проектируются следующие лабораторные определения:

- гранулометрический анализ ситовым и ареометрическим методом,
- консистенции грунтов,

- природной влажности грунтов,
- влажности на границе текучести и пластичности,
- плотности,
- плотности частиц грунта,
- предела прочности при одноосном сжатии,
- показателей набухания и усадки,
- коэффициента истираемости.

Объем лабораторных работ зависит от необходимого количества частных характеристик грунта.

### **3.2.6 Камеральные работы**

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ и после их завершения и выполнения лабораторных исследований. Главная задача камеральных работ – составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, а также 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.

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Примечание
1	2	3	4
<i>1. Топогеодезические работы</i>			
Топогеодезические работы	точка	5	СП 317.1325800.2017
<i>2. Опытные работы</i>			
Термометрия	шт.	3	ГОСТ 20276-2012
Испытание штампом	шт.	2	Испытания по специальному заданию
<i>3. Буровые работы</i>			
Колонковое бурение	п.м	75	РСН 74-88 15м*1=15 м 35м*1=35 м 25м*1=25 м 5
Количество скважин	шт.		
<i>4. Опробование горных выработок</i>			
Отбор образцов грунта ненарушенной структуры (в том числе скальные)	монолит	10	ГОСТ 12071-2014
Образцы нарушенного сложения	мешки	20	
<i>5. Лабораторные исследования дисперсных грунтов и крупнообломочных грунтов</i>			
Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм	образец	20	ГОСТ 12536-2014
Определение влажности	образец	20	ГОСТ 5180-2015
Определение границы текучести и раскатывания	образец	20	
Определение плотности грунта методом гидростатического взвешивания	образец	20	
Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом	образец	20	
Степень пучинистости	образец	10	ГОСТ 28622-2012
Набухание и усадка	образец	10	ГОСТ 12248-2010
Истираемость	образец	6	ГОСТ 25100-2011
<i>6. Скальные грунты</i>			
Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и водонасыщенном состоянии	образец	12	ГОСТ 21153.2-84
Изготовление кубика размером 5х5х12,5 см со шлифовкой граней	образец	6	

из прочных пород			
Водонасыщение	образец	6	ГОСТ 8269.0-97
Определение влажности	образец	10	ГОСТ 5180-2015
Плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания	образец	10	
Истираемость	образец	6	ГОСТ 25100-2011
<i>7. Прочее</i>			
Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали	образец	1	ГОСТ 9.602-2016
Определение коррозионной агрессивности грунтов к бетону и железобетону	образец	1	СП 28.13330.2016
Коррозионная агрессивность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	образец	1	ГОСТ 9.602-2005
Приготовление водной вытяжки (коррозия грунтов)	образец	1	
Засоленность грунтов	образец	3	ГОСТ 27753.4-88
Химический состав грунтовых вод и углекислотная агрессивность	образец	1	Нормативные документы согласно СП 11-105-97 (Часть IV) приложение К
<i>8. Камеральная работа</i>			
Буровых работ	п.м	75	
Камеральная обработка материалов буровых работ прошлых лет	отчет	1	

### **3.3 Методика проектируемых работ**

#### **3.3.1 Инженерно-геологическая рекогносцировка (обследование)**

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

#### **3.3.2 Топографо-геодезические работы**

Топографо-геодезические работы осуществляются для обеспечения плано-высотной привязки скважин и точек полевых испытаний грунтов.

Плановая и высотная привязка выполняется методом полярной съемки с пунктов опорной геодезической сети электронным тахеометром ТА-3М (рис. 3.1). Предельные длины полярных направлений не должны превышать 1000 м. [43].

В результате выполнения работ по привязке инженерно-геологических выработок в соответствии в технический отчет включают:

- 1) схему расположения выработок (точек наблюдений);
- 2) каталог координат и высот выработок (точек наблюдений);
- 3) схемы теодолитных и нивелирных ходов или схему привязки выработок (точек наблюдений) спутниковыми приемниками;
- 4) ведомости вычисления координат и высот выработок (точек наблюдений);
- 5) акты передачи, закрепленных знаками на местности выработок (точек наблюдений) [37].



Рисунок 3.1 –Электронный тахеометр ТА-3М[64]

### **3.3.3 Буровые работы**

#### *Геолого-технические условия бурения*

Буровые скважины при инженерно-геологических изысканиях проходятся для изучения геолого-литологического разреза, отбора образцов грунта на лабораторные испытания, а также проведения различных опытных работ. Данным проектом предусмотрено бурение 5 скважин глубиной 15,0 м.

Геологический разрез с поверхности до проектируемой глубины 15,0 м сложен суглинком с включением дресвы до глубины 4,2 м, на глубине от 4,2 до 9,8 м залегает щебенистый грунт, от 9,8 до 15,0 доломит.

По классификации горных пород по буримости, представленной в учебном пособии Ребрика Б.М.«Бурение инженерно-геологических скважин» грунты, входящие в сферу взаимодействия (суглинков, щебенистый грунт, доломит) относятся к III, IV, VI категории Соответственно.

#### ***Выбор конструкции скважины***

Типовые конструкции инженерно-геологических скважин должны:

1. Соответствовать современному состоянию производства изысканий, а также их техническому прогрессу.
2. Учитывать действующие нормативно-методические документы.
3. Учитывать современное техническое оснащение инженерно-геологических изысканий буровыми станками и другим оборудованием;
4. Обеспечивать применение прогрессивных способов бурения [6].

Выбор конструкции скважины определяется глубиной и диаметром скважины. Исходя из задач, которые необходимо решить при бурении, а именно детально изучить геологический разрез, отобрать образцы грунта, изучить последовательность залегания слоев грунта, их мощность и положение контактов, структурных и текстурных особенностей грунта и т.д., скважины по назначению будут разведочными.

Для данного геологического разреза можно применить типовую конструкцию скважины. Выбор конструкции скважины определяется глубиной и диаметром скважины. В учебном пособии Ребрика М.Б. описаны три вида типовых скважин. Применительно к данному разрезу подходит тип II а. Конструкция скважины имеет следующее строение Диаметр породоразрушающего инструмента:

- в интервале 0,0-4,2 м -151 мм;
- в интервале 4,2 -15,0 м -132 мм.

Крепление стенок скважины обсадными трубами диаметром 146 мм будет производиться в интервале 0,0 - 4,7 м. [9].

### ***Выбор способа бурения***

Выбор вида и способа бурения необходимо производить, учитывая свойства проходимых грунтов, назначение и глубину скважин, а также условия производства работ и имеющихся технических возможностей. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать достаточно высокую производительность и получение качественной инженерно-геологической информации о грунтах [9].

Запланировано колонковое бурение «всухую» в интервале от 0 до 9,8 метров и с продувкой от 9,8 до 15,0 метров. Бурение «всухую» один из наиболее широко применяемых вращательных способов проходки скважин. Основными преимуществами колонкового бурения являются его универсальность или возможность проходки скважин практически во всех разновидностях пород, получение керна с незначительными нарушениями природного сложения грунтов, относительно большие глубины бурения, достаточно крупный парк выпускаемых промышленностью буровых станков как самоходных, так и стационарных, высокая освоенность технологии бурения и т. д. Хотя бурение и носит название «всухую», реализуется оно при наличии в скважине воды. Монолиты отбираются с помощью вдавливающих грунтоносов ГВ-5 рис. 3.3[9].

Грунт в интервале 9,8-15,0 метров представлен доломитом VI категории, для лучшего качества отбора керна бурение будет проводиться с продувкой, так как воздух, имея большую подвижность, интенсивнее очищает забой от частиц и, расширяясь при выходе из бурового снаряда в скважину, эффективно охлаждает забойный инструмент, позволяя не перегревать керн чем сохраняя его целостность. При этом возможно осуществлять бурение скважин, как с отбором керна, так и без него. Так же, как и при бурении с промывкой, в этом случае применяют две схемы

продувки — прямую и обратную. Наиболее распространенной является прямая схема.

### ***Выбор буровой установки и технологического инструмента***

В соответствии с выбранным способом бурения и выбранной конструкцией скважины можно осуществить выбор буровой установки. Проектом предусмотрено бурение инженерно-геологических скважин буровой установкой УБР-2А2 (рис. 3.2), которая обеспечивает бурение колонковым способом «всухую» и с продувкой. Установка смонтирована на шасси вездехода высокой проходимости МТЛБ. Характеристика установки приведена в таблице 3.4 [9].

В состав инструмента для колонкового бурения входят породоразрушающие инструменты, расширители, кернорватели, колонковые и бурильные трубы, промывочные сальники, вспомогательный инструмент и принадлежности.



Рисунок 3.2 – Буровая установка УБР-2А2, смонтированная на вездеходе МТЛБ

Таблица 3.4 – Технические характеристики установки УБР-2А2

<b>Глубина бурения, м</b>	
Геофизических скважин	100
Структурных скважин	300
При продувке забоя воздухом	30

При бурении шнеками	30
Начальный диаметр бурения, мм	190
<b>Конечный диаметр бурения, мм</b>	
Геофизических	118
Структурных	93
<b>Диаметр бурения, мм</b>	
При продувке забоя воздухом	135
При бурении шнеками	135
<b>Частота вращения, об./мин</b>	
I скорость	140
II скорость	225
III скорость	325
<b>Крутящий момент, Н-м</b>	
I скорость	2010
II скорость	1210
III скорость	830
Ход вращателя, мм.	5200
Рабочее давление в гидросистеме, кгс/см <sup>2</sup>	100
Грузоподъемность инструмента, кгс	4600
Грузоподъемность мачты, кгс	6000
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	8080x2500x3500
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	8080x2500x8380
Масса установки, кг	не более 13 800

При колонковом бурении используются твердосплавные коронки. Выбраны буровые коронки типа КТ-2 с наружным диаметром 151, внутренним диаметром 132 мм, применяются в породах I–VI категорий по буримости (суглинки, известняк, доломит и др.) [9].

Бурильные трубы используют для спуска бурового снаряда в скважину, промывки или продувки забоя, передачи вращения с поверхности от вращателя станка породоразрушающему инструменту, передачи осевой нагрузки на забой, подъема бурового снаряда из скважины, транспортировки керна и ликвидации аварий. Тип бурильных труб ТБЛ-55 (трубы бурильные легкосплавные) наружный диаметр 55 мм, наружный диаметр замков 55,5 мм, толщина стенки трубы 9,0 мм, присоединительная резьба А 3-45, момент затяжки замковой резьбы 1600 кН.

Колонковые трубы предназначены для приёма керна, последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения [9].

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. Крепление стенок скважины обсадными трубами диаметром 146 мм будет проводиться от поверхности до глубины 4,2 м.

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы. Для отбора монолитов из глинистых грунтов выбран вдавливаемый грунтонос третьей модели ГВ-5, с наружным диаметром 150 мм (рис. 3.3).

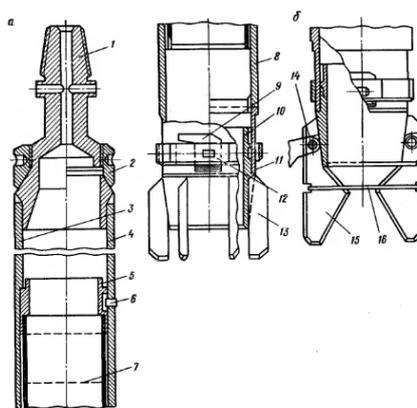


Рисунок 3.3 – Вдавливаемый грунтонос третьей модели ГВ-5 [9]

а – с неподвижными тормозными лопастями; б – с поворачивающимися лопастями; 1 – переходник; 2 – гайка; 3 – наружная труба; 4 – съемная крышка; 5 – внутренняя труба; 6 – штифт; 7 – прижимное резиновое кольцо; 8 – полиэтиленовая гильза; 9 – вкладыш; 10 – проволока; 11 – прокладка; 12 – фиксирующее кольцо; 13 – тормозные лопасти; 14 – ось; 15 – раздвижные тормозные лопасти; 16 – фиксирующая проволока

### ***Технология бурения***

Колонковое бурение достаточно широко распространено при инженерно-геологических изысканиях. Обычно проводится укороченными рейсами (длина рейса не более 0,5–1,5 м). Устанавливаются следующие параметры режима бурения: частота вращения инструмента 248 об/мин, осевая

нагрузка на забой 20 кН. Для заклинивания керна применяют затирку, при этом необходимо последние 0,05–0,1 м рейса проводить с повышенной осевой нагрузкой на забой. Бурение «всухую» целесообразно проводить только при проходке обводненных грунтов I–IV категорий по буримости. В зависимости от грунтов механическая скорость колонкового бурения «всухую» изменяется в пределах 0,05–0,5 м/мин, производительность обычно не превышает 20 м/смену. Для получения качественного керна величину рейса следует установить в пределах 0,5–0,7 м [9].

### **Расчёт режимов бурения для твердосплавной коронки типа КТ-2**

1. Расчёт осевой (полной) нагрузки производится по формуле:

$$P = P_o \cdot N, \quad (3.1)$$

где  $P_o$ –рекомендуемая осевая нагрузка на один резец, принимается равной 0,8 кН;

$N$ –число основных резцов,  $N=25$ ;

$$P=0,8 \times 25=20 \text{ (кН)}$$

2. Рассчитаем средний диаметр скважины:

$$D_c = \frac{D_2 + D_1}{2} \quad (3.2)$$

$$D_c=(151+132)/2=141,5 \text{ (мм)} = 0,1415 \text{ (м)}.$$

3. Расчёт частоты вращения коронки производится по формуле:

$$n = \frac{20V_o}{D_c}, \quad (3.3)$$

где  $V_o$ –рекомендуемая окружная (осевая) скорость вращения,  $V_o = 1,75$  м/с;  
 $D_c$ –средний диаметр скважины.

$$N = 20 \times 1,75 / 0,1415 = 247,3 \text{ (об/мин)}.$$

При бурении проводится детальное описание выхода керна и трещиноватости скального грунта.

### 3.3.4 Опробование

Отбор проб является важной операцией во многом определяющей правильность конечных результатов опробования и оценки инженерно-геологических условий строительства сооружений. В процессе проведения инженерно-геологических изысканий предусматривается отбор образцов с нарушенной структурой (проба) и ненарушенной структурой (монолит).

Отбор образцов грунта нарушенного сложения при бурении необходимо производить без применения промывочной жидкости, - для которых требуется сохранение природной влажности. Монолиты отбирают с помощью ножа из грунтоноса в виде куска грунта. Высота монолита должна быть не менее его диаметра.

На ненарушенных образцах грунта сразу же после извлечения должен быть указан «верх». С целью сохранения естественной влажности монолиты на месте отбора немедленно изолируют от наружного воздуха – производят консервацию способом парафинирования. Для этого на верхнюю поверхность монолита кладут этикетку, смоченную в парафине. Затем монолит обматывают двумя слоями марли и парафинируют, толщина парафиновой оболочки должна быть не менее 2-3 мм, сверху на монолит приклеивают второй экземпляр этикетки, смоченный в парафине.

Нарушенные образцы грунтов, в которых требуется сохранить естественную влажность, укладывают в металлические или пластмассовые банки с герметически закрывающимися крышками. Грунт должен их заполнять полностью. В банки кладут этикетку, завернутую в кальку, а второй экземпляр наклеивают на боковую поверхность банок. Для более надежного сохранения влажности образца горловину банки парафинируют. Если не требуется сохранить естественную влажность, нарушенные образцы грунтов укладывают в любую тару, исключаящую потерю мелких частиц грунта, например, мешочки из плотной материи, плотно сбитые деревянные ящики. В тару с грунтом помещают этикетку, завернутую в кальку, второй экземпляр наклеивают на тару.

Транспортирование и хранение образцов. Монолиты грунта при транспортировании не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям. Упакованные образцы нарушенного сложения следует хранить в помещениях, в которых соблюдаются требования ГОСТа 12071-2014 [12].

Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31861-2012[19].

Основными условиями при отборе проб воды на химический анализ являются:

1. Чистота посуды и пробки.
2. Соблюдение методики отбора пробы.
3. Своевременная доставка проб воды на анализ в лабораторию.

Пробу воды следует отбирать желонкой. Для этого ее нужно закрыть снизу пробкой, чтобы набирающаяся через верх желонки вода не выливалась. После извлечения желонки из скважины воду, набравшуюся в нее, разливают в емкости.

Критериями для выбора емкости, используемой для отбора и хранения проб, являются:

- предохранение состава пробы от потерь определяемых показателей или от загрязнения другими веществами;
- устойчивость к экстремальным температурам и разрушению; способность легко и плотно закрываться; необходимые размеры, форма, масса; пригодность к повторному использованию;
- светопрозрачность;
- химическая (биологическая) инертность материала, использованного для изготовления емкости и ее пробки;
- возможность проведения очистки и обработки стенок, устранения поверхностного загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами[19].

В качестве емкости для отбора, транспортировки и хранения проб воды нужно использовать пластиковую или стеклянную бутылку с пробкой объемом 1,5 литра. Бутылку и пробку перед отбором тщательно промывают изнутри той водой, которая будет доставлена для анализа. Воду набирают тонкой струей по стенке бутылки под «горлышко» и плотно закрывают пробкой. На каждую бутылку наклеивают этикетку с указанием объекта работ, № выработки, даты и глубины взятия пробы, а также фамилии лица, взявшего пробу.

### **3.3.5 Полевые опытные работы**

#### ***Термометрия***

Для определения температурных показателей проектируется термометрия в соответствии с ГОСТ 25358-2012. Термометрия будет проведена термокосой ИРК ТКЛ (рис. 3.4). Испытания проводят в пробуренных скважинах после их обустройства и вдержки, для измерения и регистрации температуры грунтов.

Принцип действия комплекса ИРК основан на измерении и преобразовании при помощи переносных приборов цифровых и аналоговых сигналов от датчиков температуры, установленных в термометрических косах, в сигналы интерфейса I2C и Wire для дальнейшей передачи их на персональных компьютер.

Термокоса представляет собой цепочку или связку датчиков температуры, соединенных общим кабелем в гирлянду, оснащенную разъемом для подсоединения портативного контроллера. Термокоса изготовлена из сталемедного провода в полиэтиленовой изоляции, имеющего высокую прочность на разрыв.



Рисунок 3.4 –Термокоса ИРК-ТКЛ

Измерения проводят в следующем порядке:

- перед спуском термоизмерительной гирлянды в скважину проверяют рабочую глубину скважины, отсутствие ней воды или снежной шубы посредством грузового лота, диаметр которого обеспечивает проход гирлянды;
- в скважину или защитную трубу опускают гирлянду на заданную глубину, закрепляют во входном отверстии скважины пробкой и оставляют на период выдержки, определяемый в соответствии с п. 4.3 ГОСТ 25358-2012;
- после установки гирлянды в скважину в полевом журнале записывают: номер скважины, дату ее проходки и обустройства, номер гирлянды, дату и время ее установки, температуру наружного воздуха, измеренную с помощью термометра;
- оценивают период выдержки гирлянды в скважине;
- по истечении периода выдержки гирлянды в скважине производят измерения и регистрацию температуры грунта. При проведении измерений с использованием гирлянды дистанционных датчиков ее разъем подключают к измерительному прибору, после настройки которого и выбора диапазона измерений последовательно по всем каналам гирлянды снимают и записывают в журнал показания температуры или электрических сопротивлений.;
- непосредственно после записи отсчетов производят оценку значений температуры путем сопоставления их между собой или с данными

предыдущих измерений. При наличии аномальных отклонений измерения следует повторить;

- по окончании измерений переносную гирлянду извлекают из скважины, скважину закрывают пробкой, а короб крышкой [40].

### ***Испытание скальных грунтов в полевых условиях методом штампа***

При наличии в основании свай выветрелых, а также размягчаемых скальных грунтов их предел прочности на одноосное сжатие для расчета несущей способности свай стоек следует принимать по результатам испытаний штампами, согласно п.7.2.1. СП 24.13330.2011 [41]. Необходимо отметить отсутствие нормативного документа для полевых испытаний, поэтому запроектирована приведенная ниже методика испытаний скальных грунтов.

Характеристики определяют по результатам нагружения грунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки с помощью штампа. Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки.

Диаметр опытной буровой скважины должен быть 132 мм. Бурение скважины следует вести с обсадкой трубами до забоя. Если испытания ведутся для оценки несущей способности свай-стоек по СП 24.13330.2011 [41], давление на штамп следует принять равным среднему давлению на грунт под концом сваи с учетом коэффициентов, которые учитываются в расчетах. Площадь штампа принимается равной 100 см<sup>2</sup>.

Класс скальных грунтов (ГОСТ 25100–2011), имеет очевидные особенности (см. граф. лист 4). Скальные разновидности с высокой прочностью практически не сжимаемы, но прочность более слабых полускальных разновидностей ( $R_c < 1$ ) только примерно в 2 раза меньше расчетного сопротивления крупнообломочных грунтов ( $R = 0,5...0,6$  МПа).

Эти особенности должны учитываться при назначении размеров штампов, режимов нагружения, времени выдержки и др.

Второй важной особенностью скальных грунтов, которая имеет непосредственное отношение к расчетам буронабивных свай, является их трещиноватость, которая повсеместно проявляется в грунтах низкой прочности скальных грунтов в их выветрелой верхней части разреза. Кроме того, согласно требованиям СП 24.13330.2011, при наличии в основании буронабивных свай выветрелых, а также размягчаемых скальных грунтов (доломиты в разрезе участка работ являются размягчаемыми) их предел прочности на одноосное сжатие следует принимать по результатам испытаний штампами.

Согласно ГОСТ 25100–2011 трещиноватость характеризуется по показателем качества породы RQD. В зависимости от RQD глава СП 24.13330.2011 требует вводить наряду со значением  $R_c$  коэффициент снижения прочности  $K_S$  (см. граф. лист 4).

Индекс RQD позволяет классифицировать качество массива горных пород следующим образом: RQD < 25 % – очень низкое; RQD = 25...50 % – низкое; RQD = 50...75 % – хорошее; RQD = 75...90 % – высокое; RQD = 90...100 % – отличное.

При назначении оптимальных размеров штампов для испытания скальных грунтов необходимо учитывать следующее. Если ориентироваться на близкий по назначению норматив (ГОСТ 21153.2–84), диаметры образцов для испытаний принимают от 30 до 80 мм. В ГОСТ 20276–2012 для испытаний нескальных грунтов используют штампы площадью  $A$  от 600 до 5000 см<sup>2</sup>, причем меньшие размеры используют при испытаниях крупнообломочных грунтов.

При принятых размерах штампов и даже минимальной прочности скального грунта, например  $R = 1$  МПа, требуемая для испытаний на грузка составила бы от 60 до 500 кН, что требует больших затрат, а для более прочных грунтов испытание практически неосуществимо.

Учитывая различную прочность скальных грунтов, площади штампов  $A$  целесообразно принимать в зависимости от предела прочности грунтов на одноосное сжатие  $R_c$  – от 100 до 300 см<sup>2</sup>.

Использование штампов площадью 200 и 300 см<sup>2</sup> может быть рекомендовано для полускальных грунтов от пониженной до очень низкой прочности. Они, как отмечалось, имеют высокую трещиноватость, поэтому штампы меньшей площади не могут учесть влияния трещиноватости на прочность таких разновидностей, близких по свойствам к крупнообломочным грунтам.

В целом штампы площадью от 100 до 300 см<sup>2</sup> могут составить ряд размеров, согласующийся с размерами штампов для нескальных грунтов; последние в табл. 3.5 условно разделены на крупнообломочные, прочные, средние и слабые.

Таблица 3.5 Нормальный ряд площадей штампов  $A$ , см<sup>2</sup>

Скальные и полускальные			Нескальные			
Очень прочные, прочные и средней прочности	Малопрочные и пониженной прочности	Низкой и очень низкой прочности	Крупнообломочные	Песчаные и глинистые		
				Прочные	Средние	Слабые
100	200	300	600	1000	2500	5000

#### *Режимы нагружения.*

Норматив ГОСТ 21153.2–84 регламентирует непрерывное нагружение образцов скального грунта со скоростью  $V = 1...5$  МПа/с, поскольку деформации в них развиваются независимо от времени.

**1. Ступени давления.** При испытаниях грунтов и других материалов, как правило, используется ступенчатый режим нагружения, когда нагрузки прикладываются ступенями  $\Delta p$  с выдержкой каждой в течение времени  $\Delta t$ . Такой же режим целесообразно использовать и при испытании штампом скальных грунтов. Ступени давления  $\Delta p$ , как принято в практике испытаний,

целесообразно назначать в пределах от 1/10 до 1/15 от предельной нагрузки. Однако, как будет показано далее, число ступеней, а также диапазон передаваемых на грунты давлений могут быть существенно ограничены.

**2. Время выдержки ступеней  $\Delta t$**  – от 1 до 15 мин в зависимости от прочности скального грунта с учетом более медленного развития деформаций в менее прочных скальных грунтах. Такая скорость существенно меньше, чем в лабораторных опытах, но выше, чем при испытаниях нескальных грунтов, что обусловлено меньшей скоростью развития деформаций в скальных грунтах. При реализации ступенчатого режима скорость роста нагрузки  $V$  должна быть от 10 до 0,007 МПа/мин.

Разгрузку штампа целесообразно производить двойными ступенями против указанных в табл. 1 значений  $\Delta p$ , с выдержкой каждой  $\Delta t = 1$  мин.

#### *Штампы для испытаний скальных и полускальных грунтов*

Для испытания скальных грунтов штампы принципиально не отличаются от установок (штампов), применяемых в нескальных грунтах. Все установки имеют выработку (скважину, котлован, шурф.), собственно штамп и нагрузочные устройства (платформы, грузы, анкерные сваи), измерительные устройства.

На графическом листе 4 показана установка для испытания скальных грунтов со штампом площадью 100 см<sup>2</sup>. Основную проблему при испытании скальных грунтов представляет ликвидация трудно устранимых неровностей в забое скважины, что приводит к дополнительным осадкам, а на начальных этапах нагружения – к образованию микротрещин, снижающих прочность грунта. Для уменьшения влияния неровностей под штампом обычно делается выравнивающая подсыпка из песка, поворот штампа относительно вертикальной оси [4].

Испытаниям подвергается инженерно-геологический элемент (ИГЭ м3), выделенный на предварительной стадии изысканий. Полный комплекс испытаний включает проведение трех опытов для полускального грунта с установлением нормативного  $R_n$  и расчетного значений  $R_c$  при заданном

уровне доверительной вероятности  $\alpha$ , а при близких результатах достаточно 2 испытаний.

Расстояние между смежными скважинами в свету на одной глубине должно быть не менее двух диаметров обсадной трубы, а при испытании на разных глубинах – не менее разницы глубин установки штампов.

*Определение прочности скального грунта для расчетов свай-стоек.*

Если испытания ведутся для оценки несущей способности свай-стоек по СП 24.13330.2011 [41], давление на штамп следует принять равным среднему давлению на грунт под концом сваи с учетом коэффициентов, которые учитываются в расчетах.

На рис. 3.5 в качестве примера приведены графики восьми ( $n = 8$ , номера см. цифры в кружках) испытаний малопрочного скального грунта  $R_i$  штампом площадью  $A = 100 \text{ см}^2$ . Ступени давления на  $\Delta p = 0,5 \text{ МПа}$ , выдержка  $\Delta t = 3 \text{ мин}$ .

Предельные давления  $R_i$ , МПа: 3,5; 3,5; 4,5; 5,0; 5,5; 5,5; 6,5; 7,5.

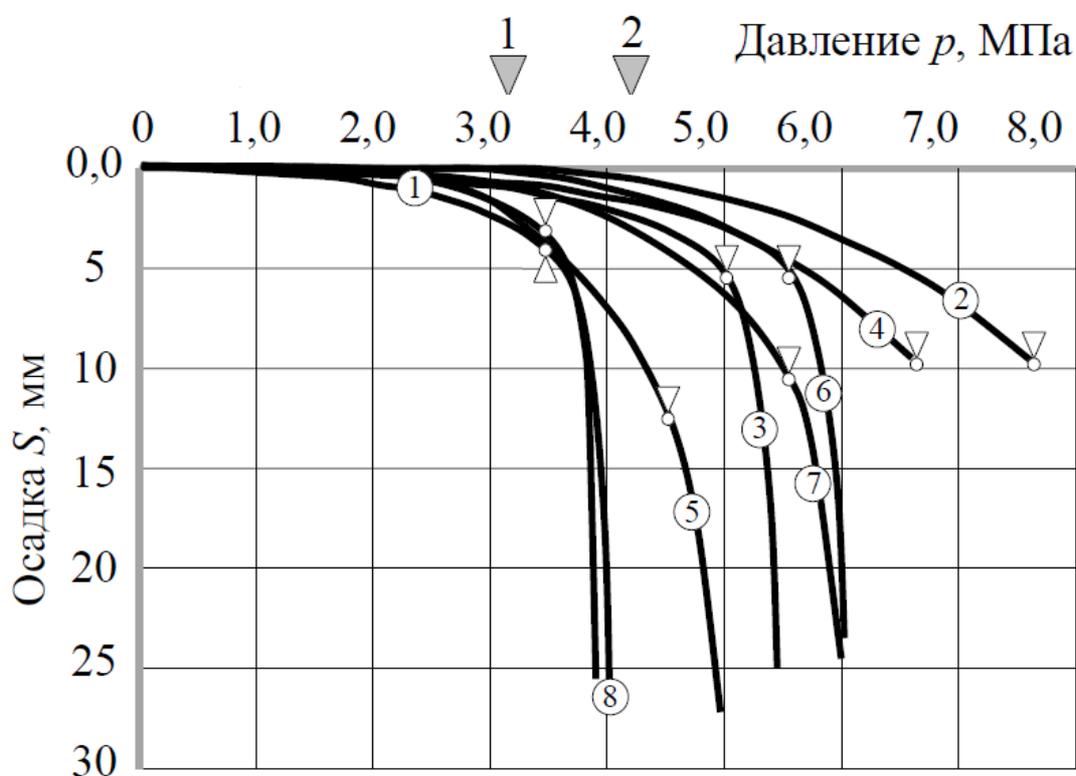


Рис. 3.5 Графики испытаний штампом для оценки прочности скального грунта

Для примера рассмотрим сваю-стойку диаметром  $D = 0,80$  м. Нагрузка на сваю  $N = 2,29$  МН; среднее напряжение в стволе  $\sigma = N/A = 2,29/0,503 = 4,55$  МПа; среднее давление на грунт под концом сваи  $p = \sigma/\gamma r d = 3,03$  МПа.

Чтобы проверить достаточность принятой в расчетах прочности ( $R_c = 4,18$  МПа), к давлению  $p$  нужно ввести коэффициенты  $\gamma_c = 1,0$ ,  $\gamma_o = 1,0$ ,  $\gamma_n = 1,15$ ,  $\gamma_k = 1,2$ :

$$R_c = p (\gamma_n \gamma_k) / (\gamma_o \gamma_c) = 3,03 (1,15 \cdot 1,2) / (1,0 \cdot 1,0) = 4,18 \text{ МПа}$$

(см. стрелку «1» на рис. 3.5).

Следовательно, полученная при испытаниях прочность подтверждается.

Для сваи, рассчитанной без испытаний ( $N = 1,74$  МН), среднее напряжение в стволе и давление под концом соответственно меньше –  $\sigma = 3,45$  и  $p = 2,30$  МПа. Поэтому и требуемая при испытаниях прочность меньше также на 31,7 %:

$$R_c = 2,30 (1,15 \cdot 1,2) / (1,0 \cdot 1,0) = 3,17 \text{ МПа}$$

(см. стрелку «2» на рис. 3.5).

Таким образом, приведенные примеры демонстрируют эффективность испытаний скальных грунтов для выполнения расчетов несущей способности свай-стоек: если расчеты ведутся без испытаний, несущая способность сваи будет существенно меньше (в примерах – до 30 % и более).

В большинстве случаев не возникает необходимости проведения испытаний грунтов до разрушения: диапазон передаваемого на штампы давления должен приниматься в зависимости от фактических давлений под фундаментами или под концами свай.

Если разрушение грунта достигается при меньшем давлении, чем установлено расчетом, несущую способность сваи следует признать недостаточной; в этом случае требуется вернуться к оценке несущей способности сваи с учетом фактически полученной прочности грунта и уточнению первоначального проекта свайного фундамента.

Норматив по испытанию грунта данным штампом в скважине на данный момент не разработан.

### **3.3.6 Лабораторные исследования**

Целью лабораторных испытаний грунтов является определение классификационных и прямых показателей. Определение состава и физических свойств грунтов выполняется в соответствии с ГОСТ 5180-2016 [13], ГОСТ 12536-2014 [42].

Лабораторные исследования включают определения полного комплекса физико-механических свойств грунтов, полного комплекса физических свойств грунтов, естественной влажности, пределов пластичности, гранулометрического состава, плотности, пределов прочности на сжатие, истираемость.

Определение плотности грунта методом взвешивания (ГОСТ 5180); плотность частиц грунта – пикнометрическим методом (ГОСТ 5180); природная влажность – (ГОСТ 5180); влажность на границе раскатывания – раскатываем грунтовой пасты в жгуты (ГОСТ 5180); влажность на границе текучести – методом балансируемого конуса (ГОСТ 5180), гранулометрический состав – ситовым методом ГОСТ 12536-2014.

Механические свойства грунтов будут определяться в соответствии с ГОСТ 21153.2 [14], по следующим методикам:

Определение предела прочности на одноосное сжатие по ГОСТ 21153.2. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

Сущность метода. Испытание грунта методом одноосного сжатия проводят для определения предела прочности на одноосное сжатие  $R_c$  для полускальных и глинистых грунтов с 0,25. По специальному заданию для полускальных грунтов может быть определен модуль деформации, модуль упругости, коэффициент поперечной деформации и коэффициент Пуассона.

Предел прочности на одноосное сжатие  $R_c$  определяют как отношение приложенной к образцу вертикальной нагрузки, при которой происходит

разрушение образца, к площади его первоначального поперечного сечения. Предел прочности образца глинистого грунта, имеющего относительную вертикальную деформацию в момент разрушения  $0,1$ , определяют с учетом увеличения площади его поперечного сечения.

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения. Для полускальных грунтов влажность образца должна соответствовать природной влажности, воздушно-сыхому или водонасыщенному состоянию, для глинистых грунтов – природной влажности. Для полускальных грунтов образец должен иметь форму цилиндра или прямоугольного параллелепипеда (квадратного сечения) диаметром (стороной квадрата) от 40 до 100 мм и отношением высоты к диаметру, равным  $1,8-2,0$ . Максимальный линейный размер зерен (неоднородностей) в образце должен быть не более  $1/10$  диаметра (стороны квадрата) образца.

Образцы скального грунта изготавливают в соответствии с ГОСТ 30416. Для глинистых грунтов образец должен иметь форму цилиндра диаметром не менее 38 мм и отношением высоты к диаметру, равным  $1,8-2,5$ . Максимальный размер фракции грунта (включений, агрегатов) в образце должен быть не более  $1/6$  диаметра образца. Диаметр (сторона квадрата) образца трещиноватого или выветрелого полускального грунта должен(а) быть не менее 60 мм. Образец полускального грунта, имеющий сквозные трещины, видимые невооруженным глазом, к испытанию не допускается.

Оборудование и приборы: В состав установки для испытания грунта на одноосное сжатие должны входить: механизм для вертикального нагружения образца; устройство для измерения вертикальной деформации образца; устройство для измерения поперечной деформации образца (рис. 3.5). Плиты пресса для нагружения образца должны быть отполированы или применены другие способы для уменьшения трения.



Рис. 3.6 Прибор на одноосное сжатие

Подготовка к испытанию. Для всех образцов, помимо определения необходимых физических характеристик, должны быть отмечены характерные особенности (слоистость, трещиноватость, наличие включений и др.). Образец глинистого грунта, изготовленный методом режущего кольца, извлекают из кольца с помощью выталкивателя. Образец грунта помещают в центре опорной плиты пресса и приводят в соприкосновение с ним верхнюю площадку пресса. Устанавливают устройства для измерения вертикальной нагрузки, вертикальной и поперечной деформации образца и записывают их начальные показания.

Проведение испытания. Нагружение образца скального грунта проводят равномерно, без ударов, увеличивая нагрузку непрерывно с заданной скоростью нагружения или ступенями. Скорость непрерывного нагружения образца полускального грунта должна составлять в зависимости от значения  $R_c$  0,1–0,5 МПа/с, а при ступенчатом нагружении – приниматься равной 10% значения  $R_c$ . Нагружение образца глинистого грунта проводят с заданной скоростью приращения относительной вертикальной деформации образца, выбирая ее в зависимости от предполагаемой прочности грунта  $R_c$  так, чтобы время проведения испытания составило 2–15 мин, что обычно соответствует

скорости 0,5% – 2% за 1 мин. Более низкую скорость выбирают для образцов с меньшими деформациями при разрушении. Вертикальные деформации образца измеряют с погрешностью 0,01 мм для глинистых грунтов и 0,001 мм – для полускальных грунтов и регистрируют их в процессе нагружения не менее чем при 10 значениях напряжения до разрушения. Испытание проводят до разрушения образца, т.е. до достижения максимального значения вертикальной нагрузки. В случае испытания образца глинистого грунта при отсутствии видимых признаков разрушения испытание прекращают при относительной вертикальной деформации образца 15%. Для определения модуля деформации и модуля упругости полускального грунта испытание не доводят до разрушения образца, останавливая его при напряжении 50% – 60% значения  $R_c$ . При необходимости проводят разгрузку образца в той же последовательности, что и нагрузку. Для определения коэффициента поперечной деформации и коэффициента Пуассона полускального грунта в процессе испытания измеряют поперечные деформации образца при нагружении и разгрузке.[14]

Истираемость проводится согласно ГОСТ 8269.0-97. Испытываемый щебень не должен содержать пылевидных и глинистых частиц более 1% по массе. В противном случае щебень предварительно промывают и высушивают.

Щебень (гравий) фракций от 5 до 10, св. 10 до 20 и св. 20 до 40 мм в состоянии естественной влажности просеивают через два сита с отверстиями размерами, соответствующими наибольшему и наименьшему, номинальным размерам зерен данных фракций. Из остатка на сите с отверстиями размером отбирают две аналитические пробы по 5 кг с предельной крупностью зерен до 20 мм и две пробы по 10 кг фракции св. 20 до 40 мм.

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, аналитические пробы готовят рассеиванием исходного материала на стандартные фракции и каждую фракцию испытывают

отдельно. Щебень (гравий) крупнее 40 мм дробят до получения зерен мельче 40 мм и испытывают щебень (гравий) фракции св. 20 до 40 мм.

В случае одинакового петрографического состава фракций щебня (гравия) св. 20 до 40 и св. 40 до 70 мм истираемость последней допускается характеризовать результатами испытаний фракций св. 20 до 40 мм.

Набухание и усадку определяют в соответствии с ГОСТ 12248-2010. Характеристики набухания определяют по результатам испытаний образцов в приборах свободного набухания грунтов (ПНГ) и в компрессионных приборах при насыщении грунта водой или химическим раствором. Усадку грунта определяют в условиях свободной трехосной деформации образца при высыхании грунта.

Результаты испытаний должны быть оформлены в виде графиков зависимостей относительных деформаций набухания образца от нагрузки и изменения объема образца от влажности при усадке.

Степень пучинистости определяют в соответствии с ГОСТ 28622-2012. Испытания проводят на образцах грунта ненарушенного сложения с природной плотностью и влажностью или искусственно приготовленных образцах с заданной плотностью и влажностью, значения которых устанавливаются программой испытаний в зависимости от возможных изменений водно-физических свойств грунта в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

### **3.3.7 Камеральные работы**

Камеральная обработка материалов должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов СП 47.13330.2012, ГОСТ 20522-2012.

Камеральная обработка материалов проводится в четыре этапа. На первом этапе осуществляется полевая обработка журналов, корректируется по результатам инженерно-геологической съемки места заложения выработок, заводится журнал контроля опробования.

На втором этапе по предварительным данным, полученным в результате бурения, и лабораторным определениям строятся рабочие разрезы. Увязывается литологический разрез, проверяется достаточность опробования по всем выделенным литологическим слоям, оформляются окончательно полевые журналы.

На третьем этапе идет окончательная обработка материалов (составляется технический отчет по инженерно-геологическим исследованиям) и передача их заказчику.

Технический отчет по инженерно-геологическим исследованиям, согласно, должен содержать:

- таблицы результатов лабораторных определений свойств грунтов;
- таблицы результатов химических анализов и определений агрессивности подземных вод;

Графические приложения к отчету должны включать:

- план района изысканий с указанием на нем местоположения всех сооружений участка железной дороги постоянного и временного назначения;
- план расположения точек наблюдений: буровых скважин, точек зондирования;
- геолого-литологические колонки буровых скважин;
- продольный инженерно-геологический профиль по оси участка железной дороги, поперечные инженерно-геологические разрезы;
- результаты графической обработки данных статического зондирования.

На четвертом этапе ведется проверка полевых и камеральных материалов комиссией, созданной по указанию главного инженера и производится сдача материалов в архив.

Обработка результатов полевых исследований, лабораторных испытаний, составление разрезов и графиков производится на ЭВМ с использованием программ MS Word (для написания текстовой части отчета), MS Excel (для вспомогательных вычислений и составления таблиц), AutoCAD

(для составления графической части отчета), АСИС – для обработки механических испытаний грунтов в лаборатории (производитель ЗАО «ГЕОТЕК»), статистика (для статистической обработки данных).

## **4. Производственная и экологическая безопасность при проведении инженерно-геологических работ**

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Инженерно-геологические изыскания на объекте работ выполняются в соответствии с «Правилами техники безопасности при геологоразведочных работах» и организационно-техническим предписанием по охране труда и технике безопасности, а также в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 Часть 1, СНиП 12-04-2002 Часть 2.

### **4.2 Производственная безопасность**

Проектом предусматривается проведение следующих видов работ:

- инженерно-геологическая рекогносцировка;
- топогеодезические работы;
- буровые работы;
- опытные полевые работы;
- опробование;
- лабораторные работы;
- камеральные работы.

Анализ опасных и вредных факторов проведен согласно ГОСТ 12.0.003-74 и представлен в таблице 4.1.

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

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74) [36]		Нормативные Документы
		Вредные	Опасные	

<p style="text-align: center;">полевой (на открытом воздухе)</p>	<p>Опробование производится колонковой трубой, (колонковое бурение, буровая установка УРБ-2а2)</p>	<p>1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2.Превышение уровней шума 3.Превышение уровней вибрации 4.Тяжесть и напряженность физического труда 5.Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися</p>	<p>1.Электрический ток 2.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 3.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов 4.Пожароопасность</p>	<p>ГОСТ 12.1.012-90 [31] ГОСТ 12.1.004-91 [33] ГОСТ 12.1.019-79 [26] ГОСТ 12.1.038-82 [27] ГОСТ 12.4.011-89 [29] ГОСТ 12.2.003-91 [34] ГОСТ 12.1.003-83 [30]</p>
<p style="text-align: center;">лабораторный и камеральный (внутри помещения)</p>	<p>1.Определение классификационных косвенных и прямых показателей свойств пород 2.Полный химический анализ воды 3.Определение агрессивности воды 4.Составление отчета, работа на компьютере</p>	<p>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2.Отклонение показателей микроклимата в помещении 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений</p>	<p>1.Электрический ток 2. Статическое электричество 3. Пожароопасность*</p>	<p>СНиП 41-01- 2003 ГОСТ 12.1.019-79 [26] ГОСТ 12.1.004-91 [33] ГОСТ 12.1.005-88 [32] СанПиН 2.2.4.548-96 [53] ГОСТ 12.1.006-84 [28] ГОСТ 12.1.030-81 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [51] СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [50] ГОСТ 12.1.045-84[22]</p>

\* Примечание: пожарная и взрывная безопасность рассматривается в

п. 3.5.2.

Все предусмотренные проектом работы выполняются в соответствии с правилами, а также инструкциями, постановлениями и план - графиком мероприятий отряда.

Прием на работу в геологоразведочные организации лиц моложе 18 лет запрещается.

До начала полевых работ весь персонал партии будет ознакомлен с условиями производства полевых работ и правилами техники безопасности (ТБ). Вводный инструктаж будет производиться заместителем главного инженера по ТБ на базе отряда. Знание правил ТБ личным составом отряда будет проверяться специальной комиссией.

Приказом в отряде перед началом полевых работ назначается ответственный за состояние ТБ, пожарной безопасности и использования транспортных средств. С личным составом проводится инструктаж по пожарной безопасности в лесу.

Перед выездом в поле готовность отряда должна быть проверена комиссией и оформлена специальным актом.

Все участники полевых работ будут зарегистрированы в партии.

В полевых условиях каждый работник должен иметь нож, индивидуальный пакет первой помощи и запасную коробку спичек в непромокаемом чехле.

Запрещается допускать к работе лиц в нетрезвом состоянии.

#### **4.2.1 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

##### **Полевой этап**

##### **Электрический ток**

В полевых условиях опасным фактором является работа с электрооборудованием (передвижная электростанция) в сырую погоду, особенно в грозу. Молния – электрический разряд между облаками или облаком и землей. Силы токов молний достигают десятков и сотен тысяч ампер. Для защиты от прямых ударов молний применяются молниеотводы.

Металлические буровые вышки в целях грозозащиты должны иметь заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Сопротивление заземляющих устройств не должно быть более 10 Ом. Запрещается во время грозы производить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ 12.1.019-79.

Защитное заземление или зануление обеспечивает защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность. Согласно ПУЭ [57] все голые токоведущие части должны быть закрыты изоляцией, кожухами и другими ограждениями, или размещены на недоступной высоте, применение автоматических блокировок и отключений.

Защитное заземление или зануление электроустановок следует выполнять: при номинальном напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех случаях; при номинальном напряжении от 42 В до 380 В переменного тока и от 110 В до 440 В постоянного тока при работах в условиях с повышенной опасностью и особо опасных по ГОСТ 12.1.030-81.

В результате неосторожной работы с электрооборудованием возможно получение увечий. Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое (ожоги, нагрев до высокой температуры органов человека), электролитическое (разложение органических жидкостей тела) и биологическое (раздражение и возбуждение живых тканей) действие. Эти действия приводят к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Основной причиной несчастных случаев, связанных с электрическим током, является нарушение правил работы под линиями электропередач.

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

- ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность индивидуальных диэлектрических защитных средств (диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики, изолирующие подставки), согласно ГОСТ 12.1.019-79;

- работа генератора и других источников тока должна производиться под непосредственным наблюдением обслуживающего персонала или при принятии надлежащих мер предосторожности (ограждения, охрана и так далее.);

- все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи. Запрещается передавать сигналы путём натяжения провода. Включение и другие коммутации источников питания могут проводиться только операторами установок;

- с целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стой! Напряжение», «Не влезай! Убьёт»); запрещающие («Не включать. Работают люди»); предписывающие («Работать здесь»); указательные («Заземлено»).

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. Скважины будут буриться колонковым способом установкой УРБ-2А2. 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.

Запрещается:

- стоять в момент свинчивания и развинчивания бурового снаряда в радиусе вращения ключа,
- оставлять открытым устье скважины, когда это не требуется по условиям работы,
- производить бурение при неисправной гидравлике.

Согласно ГОСТ 12.2.061-81 и ГОСТ 12.2.062-81 все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-76 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.

Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с инструментами. Инструмент должен содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода – изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) должен содержаться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках, согласно ГОСТ 12.2.003-91.

## Камеральный и лабораторный 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.

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.

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 – 2Ма, при 10 с и менее – 6Ма.

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ, относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность:- влажность не превышает 75%, температура не превышает 35°C (средняя температура в помещениях 22-24°), отсутствуют токопроводящая пыль и токопроводящие полы (полы бетонные покрытые ленолиумом).

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

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

### **Статическое электричество**

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

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

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 электропроводности материалов с помощью антистатических добавок.

## 4.2.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

### Полевой этап

#### Превышение уровней вибрации

Источником вибрации является буровая установка и установка статического 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.

Профилактика вибрационной болезни включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера. К ним относятся уменьшение вибрации в источниках с помощью амортизирующих устройств, своевременная смазка и регулировка оборудования и внедрение рационального режима труда и отдыха.

К средствам индивидуальной защиты относятся: специальная обувь на массивной резиновой подошве, рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки из упругодемпфирующих материалов.

Таблица 4.2 Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012-90).

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости Дб, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31, 5	63	125	250	500	1000
Транспортно-технологическая	-	117	108	102	101	101	101	-	-	-	-

Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

### Превышение уровней шума

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, установкой статического зондирования, установками воздуха, преобразователями напряжения). 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.

Таблица 4.3 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г.)

Рабочие места	Уровни звукового давления, Дб, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука д Ба 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

Основные мероприятия по борьбе с шумом следующие: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и

полимерных материалов, экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и шлемофоны).

### **Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе**

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение. При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание (гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C.

В тяжелых случаях гипертермия протекает в форме теплового удара, при этом температура тела повышается до 40°C и пострадавший теряет сознание. Высокая температура воздуха усиливает и потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса.

Если полевые работы проводятся летом, то для предотвращения перегрева человека на открытом воздухе на площадке, где будут отбираться пробы, предусматривается сооружение навеса. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, из тканей светлых тонов. В зимний период рабочие обеспечиваются теплой спецодеждой.

### **Тяжесть физического труда**

Производственный травматизм тесно связан с физической работоспособностью человека, определяемой силой мышц и мышечной выносливостью. При анализе мышечной деятельности различают два вида работы: статическую и динамическую.

Динамическая работа связана с перемещением груза вверх и вниз и сопровождается сокращением отдельных мышц. При статической работе развивается напряжение мышц без изменения их длины. Однако при таком напряжении мышц приводит к быстрому утомлению и снижению мышечной выносливости.

Статическая работа при неправильной позе может вызвать искривление позвоночника. Динамическую и статическую нагрузку характеризует такой показатель физического труда, как тяжесть. По тяжести труда различают несколько категорий, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-5.

Оценка тяжести физического труда проводится на основе учета всех критериев приведенных в табл. 17 Р 2.2.2006-5. При этом, вначале устанавливают класс по каждому измеренному показателю, а окончательная оценка тяжести труда устанавливается по наиболее чувствительному показателю, получившему наиболее высокую степень тяжести. Данный этап работ относится к 3.2 классу условий труда по показателям тяжести трудового процесса – вредный (тяжелый) труд второй степени.

Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления, чередования режимов труда и отдыха.

### **Лабораторный и камеральный этапы**

#### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

К современному производственному освещению предъявляются требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда. Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. По источнику излучения светового потока различают естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением.

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.

Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света. Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем при недостаточном естественном освещении. Искусственное освещение по назначению разделяют на общее, местное и комбинированное. По пространственному расположению светильников в помещении различают равномерное и локализованное освещение, по функциональному назначению - рабочее, аварийное, охранное. Для искусственного освещения помещений следует использовать светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80. Светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, КПД = 75 %, светораспределение прямое, согласно СП 52.13330.2016.

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 52.13330.2016 и СанПиН 2.1.1.1278-03.

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.

Таблица 4.4 Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения (СанПиН 2.1.1.1278-03).

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещённости (Г- горизонтальная, В- вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %		Освещённость, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
всего	от общего							
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400
	Экран дисплея: В-1	-	-	-	-	-	-	200

Примечание: Прочерки в таблице означают отсутствие предъявляемых требований.

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).

### **Отклонение показателей микроклимата в помещении**

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

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.2.4.548-96. Отопление помещений проектируется в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003.

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.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96. 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  $2\text{-}3^\circ\text{C}$ .

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.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочем помещении представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96).

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

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

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

## **Превышение уровня электромагнитных и ионизирующих излучений**

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

В настоящее время разработаны документы, регламентирующие правила пользования дисплеями. Наиболее известны шведские документы MRP 2 1990:8 (Шведский национальный комитет по защите от излучения) и более жесткий стандарт TCO 95 (Шведская конференция профсоюзов). Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с маркировкой Low Radiation, компьютеры с жидкокристаллическим экраном и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого круга.

Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84. 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 мероприятиям по обеспечению безопасности условий труда при работе на ЭВМ относят защиту расстоянием, временем.

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

Организация безопасной работы на ПЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

К организации и оборудованию ПЭВМ предъявляют следующие требования:

- рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;
- окна в помещении должны быть оборудованы жалюзи или занавесками;
- расстояние между рабочими столами и видеомониторами должно быть не менее 2-х метров, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 метров;
- монитор должен находиться на расстоянии 60-70 сантиметров, на 20 градусов ниже уровня глаз.

### **4.3 Пожарная и взрывная безопасность**

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вызывающее несчастные случаи.

Причинами возникновения пожаров в лабораторных условиях являются: неосторожное обращение с огнем (бросание горячей спички, высыпание вблизи сгораемых строений и материалов не затушенных углей, шлака золы); неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной и взрывной опасности относятся к категории В (производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов (дерево)) согласно НПБ 105-03.

Помещение лаборатории и камеральное помещение должны иметь эвакуационные выходы. Согласно СНиП 21-01-97 эвакуационными выходами считаются такие, которые ведут:

а) из помещений первого этажа непосредственно (или через коридор, вестибюль, лестничную клетку) наружу;

б) из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую выход наружу;

в) из помещения в соседние помещения в том же этаже, обеспеченные выходами наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку.

Суммарная ширина лестничных маршей в зависимости от количества людей, находящихся в наиболее населенном этаже, кроме первого, а также ширина дверей, коридоров или проходов на пути эвакуации во всех этажах должны применяться не менее 0,6 м на 100 человек. Минимальная ширина эвакуационных дверей – 0,8 м, высота дверей и проходов – не менее 2 м. Ширину проходов, коридоров, дверей, лестничных маршей и площадок лестниц следует принимать следующей (в м): проход от 1,0; дверь от 0,8 до 2,4; лестничный марш от 1,05 до 2,4; площадка лестницы 1,05 (не менее ширины марша).

Территория экспедиции постоянно должна содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выходов из зданий. На видном месте у огнеопасных объектов должны быть вывешены плакаты предупреждения: «Огнеопасно, не курить!».

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в организации, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий

и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник экспедиции, и его заместитель по хозяйственной части.

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

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае возгорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

При работе в полевых условиях особую опасность представляют лесные пожары, вызывающие не только уничтожение больших лесных массивов, но и гибель людей. Около 90% лесных пожаров возникает из-за неосторожного обращения с огнем. Это и курение, и оставление непотушенных костров, и искры, вылетающие из выхлопных труб автомобилей, и проведение палов (сжигание прошлогодней травы).

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

-огнетушитель марки ОП-10 (з)	2 штуки.
-ведро пожарное	2 штуки.
-багры	3 штуки.

-топоры	3 штуки.
-ломы	3 штуки.
-ящик с песком, 0,2 м <sup>3</sup>	2 штуки.

Пожарный щит необходим для принятия неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады. Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания. В качестве огнетушительных веществ для тушения пожаров применяются: вода в виде компактных струй- для тушения твердых веществ; пены химические- для тушения нефти и ее продуктов, горючих газов; пены воздушно-механические- для тушения твердых веществ, нефти и ее продуктов; порошковый состав (флюсы), песок- для тушения нефти, металлов и их сплавов; углекислота твердая (в виде снега)- для тушения электрооборудования и других объектов под напряжением; инертные газы- для тушения горючих газов и электрооборудования.

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

#### **4.4 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.

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде (таблица 4.6).

Таблица 4.6 Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах

Природные ресурсы, компоненты геологической среды.	Вредные воздействия.	Природоохранные мероприятия.
Почва.	Уничтожение и повреждение почвенного слоя.	Рекультивация земель.
	Загрязнение горючесмазочными материалами.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники, захоронение остатков.
	Загрязнение производственными отходами.	Вывоз и захоронение отходов (свалки, отвалы)
Грунты.	Нарушение состояния геологической среды.	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг.
	Нарушение физико-механических свойств пород.	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация, силикатизация.)
Подземные воды.	Загрязнение производственными сточными водами и мусором, нефтепродуктами, буровым раствором.	Сооружение водоотводов, складирование или вывоз мусора, обезвреживание сточных вод.

При производстве работ выполняются все положения по охране недр, окружающей среды и правила пожарной безопасности согласно ГОСТ 17.4.3.04-85, ГОСТ17.1.3.13-86.

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

- не допускаются контакты с представителями животного мира;
- обязательна ликвидация возможных вредных последствий от воздействия на природу;
- необходимо вести борьбу с браконьерами и проводить профилактическую работу с личным составом;

- оставшиеся после рубки пеньки не должны быть выше 10 см;
- не допускается разведение костров, за исключением специально оборудованных для этого мест;
- не допускается загрязнение водоёмов и участка проведения работ;
- для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности.

Все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: скважины – тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

После завершения бурения необходимо проводить рекультивацию земли, занятой под буровую установку, в которую входит снятие плодородного слоя почвы и перемещение его в сторону, засыпка всех отстойников и ям, ликвидация загрязнений почвы горюче-смазочными и другими вредными материалами, нанесение ранее снятого слоя почвы.

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

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

#### **4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – обстановка на определенной территории сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий

жизнедеятельности людей.

Чрезвычайные ситуации классифицируются по следующим основным признакам:

1. По сфере возникновения (технологические, природные, экологические, социально-политические и так далее);
2. По ведомственной принадлежности (в промышленности, строительстве, сельском и лесном хозяйстве, на транспорте и так далее);
3. По масштабу возможных последствий (глобальные, региональные, местные, «локальные объекты»);
4. По масштабу и уровням привлекаемых для ликвидации последствий сил, средств и органов управления;
5. По сложности обстановки и тяжести последствий ЧС;
6. По характеру лежащих в ее основе явлений и процессов.

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. *Стихийные бедствия* – явления природы, которые вызывают экстремальные ситуации (наводнения, ураганы, смерчи, землетрясения и др.) .

На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий:

- при лесном пожаре. При проведении полевых работ может возникнуть пожароопасная ситуация. Причиной пожара может стать неосторожное обращение с огнем (бросание горячей спички, неисправность оборудования и нарушение технологического процесса). Территория должна быть очищена от сухого мха и лишайника, сухой травы, сучьев. Костры нельзя разводить в хвойных молодняках, старых горельниках, лесосеках, торфяниках и других пожароопасных местах. В случае невозможности ликвидировать пожар и угрозе домам необходимо сообщить на базу отряда, немедленно обесточить здание и приступить к перебазировке отряда в безопасное место. Сообщить о пожаре местным органам власти, лесхозу.

- пожар в здании. Необходимо обесточить здание. Для эвакуации людей, застигнутых пожаром, выбирают наиболее безопасные пути – лестничные клетки, двери, проходы.

- при несчастном случае необходимо оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, по возможности организовать его доставку в больницу, сообщить на базу отряда.

- стихийные бедствия–явления природы, которые вызывают экстремальные ситуации (наводнения, ураганы, смерчи, землетрясения). В случае стихийных бедствий, необходимо приступить к перебазировке отряда в безопасное место.

- при передаче органами гражданской обороны по трансляционной сети сигналов “Радиационная опасность”, “Химическая тревога” необходимо остановить производство и покинуть помещение или район работ в соответствии с планом эвакуации .

Рабочий персонал должен быть подготовлен к проведению работ таким образом, чтобы возникновение аварий, стихийных бедствий не вызвало замешательства и трагических последствий.

## 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 5.1 Технический план видов и объёмов проектируемых работ

Комплекс проектируемых поисковых работ определяется задачами, поставленными геологическим заданием. Для определения материальных затрат, связанных с выполнением геологического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их параллельное, либо последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту. Материальные затраты на выполнение комплекса поисковых работ будут зависеть от следующих факторов:

- видов и объёмов работ;
- геолого-географических условий;
- материально-технической базы предприятия;
- квалификации работников;
- уровня организации работ.

Виды и объёмы работ приведены в Таблица 5.1.

Таблица 5.1 Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Примечание
1	2	3	4
<i>1. Топогеодезические работы</i>			
Топогеодезические работы	точка	5	СП 317.1325800.2017
<i>2. Опытные работы</i>			
Термометрия	шт.	3	ГОСТ 20276-2012
Испытание штампом	шт.	2	ГОСТ 21153.2 - 84
<i>3. Буровые работы</i>			
Колонковое бурение	п.м	75	РСН 74-88 15м*1=15 м 35м*1=35 м 25м*1=25 м
Кол-во скважин	шт.		5
<i>4. Опробование горных выработок</i>			
Отбор образцов грунта	монолит	10	ГОСТ 12071-2014

ненарушенной структуры (в том числе скальные)			
Образцы нарушенного сложения	мешки	20	
<i>5. Лабораторные исследования дисперсных грунтов и крупнообломочных грунтов</i>			
Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм	образец	20	ГОСТ 12536-2014
Определение влажности	образец	20	ГОСТ 5180-2015
Определение границы текучести и раскатывания	образец	20	
Определение плотности грунта методом гидростатического взвешивания	образец	20	
Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом	образец	20	
Степень пучинистости	образец	10	ГОСТ 28622-2012
Набухание и усадка	образец	10	ГОСТ 12248-2010
Истираемость	образец	6	ГОСТ 25100-2011
<i>6. Скальные грунты</i>			
Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и водонасыщенном состоянии	образец	12	ГОСТ 21153.2-84
Изготовление кубика размером 5x5x12,5 см со шлифовкой граней из прочных пород	образец	10	
Водонасыщение	образец	6	ГОСТ 8269.0-97
Определение влажности	образец	10	ГОСТ 5180-2015
Плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания	образец	10	
Истираемость	образец	6	ГОСТ 25100-2011
<i>7. Прочее</i>			
Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали	образец	1	ГОСТ 9.602-2016
Определение коррозионной агрессивности грунтов к бетону и железобетону	образец	1	СП 28.13330.2016
Коррозионная агрессивность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	образец	1	ГОСТ 9.602-2005
Приготовление водной вытяжки (коррозия грунтов)	образец	1	

Засоленность грунтов	образец	3	ГОСТ 27753.4-88
Химический состав грунтовых вод и углекислотная агрессивность	образец	1	Нормативные документы согласно СП 11-105-97 (Часть IV) приложение К
<i>8. Камеральная работа</i>			
Буровых работ	п.м	75	
Камеральная обработка материалов буровых работ прошлых лет	отчет	1	

## 5.2 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам 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 5.2 Затраты времени на топогеодезические работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени	Источник нормы	Затраты времени на объем (бр.-дн.)
1	Планово-высотная привязка	точка	5	0,11	ССН-93 вып.9 Табл.6	0,55
Итого:						0,55

Таблица 5.3 Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93	0,3	0,17

Техник геодезист Категории	Вып.9, табл. 51	0,11	0,06
Замерщик 3 разряда		0,11	0,06
		Итого:	0,29

Таблица 5.4 Затраты времени на буровые работы

№ п.п	Виды работ	Категории пород	Объем работ	Номы времени	Источник нормы	Затраты времени на объем (ст.-см.)
1	Колонковое бурение (III кат. – 151 мм, IV и IX кат. – 132 мм.	III	15 м	0,04	ССН-93 вып.5 табл.10	0,6
		IV	35 м	0,06		2,1
		VI	25 м	0,16		4
Итого:						6,7
2	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		5	0,70	ССН-93 Вып.5, табл. 102	3,5
Итого:						10,2

Таблица 5.5 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 5.6 Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93 Вып.5, табл. 103	0,36	1,26
Рабочие		2,10	7,35
Итого:			8,61

### Полевые работы

Таблица 5.7 Затраты времени на полевые работы

№ п.п.	Виды работ	Ед. изм.	Объем работ	Нормативы времени	Источник нормы	Затраты времени на объем (бр.-см.)
1	Отбор проб ненарушенного сложения	шт.	10	0,528	ЕНВиР, н.367	5,28
2	Отбор проб нарушенного сложения		20	0,1643	ССН-93 вып.1, ч.5 табл. 101	3,29
3	Штамп	шт.	2	2,25	ЕНВиР, н.951, 952	4,5
4	Термометрия	метр	75	0,042	ЕНВиР, н.1571	3,15

Итого:	16,22
--------	-------

Таблица 5.8 Затраты труда на опробование

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Бурильщик 4 разряда	ССН-93 вып.1, ч.5 табл. 474	0,5	3,12
Помощник бурильщика		0,5	3,12
Техник II категории		0,5	3,12
Геолог I категории		0,05	0,03
Итого:			9,39

### Лабораторные работы

Таблица 5.9 Затраты времени на лабораторные работы

№ п.п.	Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на объем, ч
1	Гранулометрический состав	20	1,04	н.1656	20,8
2	Определение влажности	30	1,126	н.1622	33,78
3	Определение границы текучести и раскатывания	20	0,954	н.1631	19,08
4	Определение плотности грунта	20 10	0,296 0,370	н.1626 н.1627	5,92 3,7
5	Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом	20	0,954	н.1630	19,08
6	Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали	8	4,58	н.1807	36,64
7	Определение коэф. истираемости	12	1.2	н. 1705	14,4
Итого:					153,4ч

Таблица 5.10 Затраты труда на лабораторные работы [60]

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, в этот период производится анализ, интерпретации и обобщение всей собранной информации об инженерно-геологических условиях участка

работ, конечным результатом которых является отчет об инженерно-геологических изысканиях. Согласно ЕНВиР-И Часть 2 на инженерно-геологические и гидрогеологические работы 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 5.11 Затраты времени на проектируемые работы

Виды работ	Затраты времени на весь объем работ
Топогеодезические работы	0,55 – 0,5 дня
Полевые работы	16,22 – 17 дней
Лабораторные работы	153,4 ч – 19 дней
Камеральные работы	10 дней

Таким образом, общая продолжительность работ составит 47 дней, проектом предусмотрено параллельное проведение полевых и лабораторных работ, календарный план работ по проекту представлен в таблице 5.12.

Таблица 5.12 Календарный план работ

Исполнители	Полевые и топогеодезические работы	Лабораторные работы	Камеральные работы
Полевая группа	01.09.2020-17.09.2020		
Лабораторная группа		09.09.2020-26.09.2020	
Камеральная группа			27.09.2020-06.10.2020

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

### 5.3 Расчет сметной стоимости

Стоимость инженерно-геологических работ определена по Справочнику базовых цен (1999 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1999 г.), при этом введены следующие коэффициенты:

$K = 1,50$  – коэффициенты к итогу сметной стоимости в зависимости от районного коэффициента к заработной плате (общие указания п.8 табл. 3), в районах приравненных к районам Крайнего Севера.

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

$K = 50,07$  – Письмо Минстроя России № 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 (Приложение №2 к письму)

Таблица 5.13 Сметно-финансовый расчет работ по проекту [60]

№	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 привязка при расстоянии между ними до 50 м, III категория (5 точек)	Табл.93	10,8	$5*10,8*2,25$	121,5
<b>Итого топогеодезические работы:</b>					<b>121,5</b>
2	Колонковое бурение (диаметром до 160 мм) III категория – 15 м IV категория – 35 м VI категория – 25 м	Табл. 17	42,6 45,6 55,2	$42,6*5*1,25$ $45,6*5*1,25$ $55,2*5*1,25$	266,25 285 345
3	Отбор валовых проб из скважин (20 шт.)	Табл. 59	32,3	$20*32,3*1,25$	647,25
4	Отбор монолитов скальных пород с размером монолитов, см 5x5x5 и 10x10x10 (10 шт.)	Табл.58	7,2	$10*7,2*1,25$	90
5	Испытание штампом	Табл.54	684	$2*684$	1368
6	Термометрия	Табл. 40 п.2	88,6	$3*88,60$	265,8
<b>Итого стоимость полевых работ:</b>					<b>3267,3</b>
7	Внутренний транспорт	Табл. 4	13,75% от 3354,85		461,29

8	Внешний транспорт	Табл. 5	36,4% от 3354,85*1,1*1,25=4612,92		1679,1
9	Организация и ликвидация работ	п.13 общ. 115К.	6% от 4612,92		276,78
<b>Итого стоимость прочих работ:</b>					<b>2417,17</b>
<b>Лабораторные работы</b>					
10	Определение влажности грунта	Т.62 п. 1	4	4x30	120
11	Плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания с парафинированием	Т.62 п. 3	5,7	5,7x20	114
12	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	Т.62 п. 5	7,2	7,2x20	144
13	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм	Т.62 п. 23	17,6	17,6x20	352
14	Консистенция при нарушенной структуре	Т. 63 п. 3	18,2	18,2x20	364
15	Изготовление кубика размером 5x5x12,5 см со шлифовкой граней из прочных пород	Т. 67 п. 16	28	28x6	168
16	Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и воздушно-сухом состоянии, или водонасыщенном состоянии	Т.67 п. 9	1,8	1,8x12	21,6
17	Разделка камня	Т. 76 п. 33	6,2	6,2x12	74,4
18	Водонасыщение	Т. 76 п.10	2,2	2,2x6	16,2
19	Пробоподготовка	Т. 76 п. 32	0,9	0,9x30	27
20	Набухание и усадка	Т.62 п.9	3,8	3,8x10	380
21	Истираемость	Т. 76 п. 30	11,3	11,3x12	135,6
22	Коррозионная агрессивность по отношению к свинцовой оболочкам кабеля	Т.75 п.1	16,4	16,4x1	16,4
23	Коррозионная агрессивность по отношению к алюминиевой оболочкам кабеля	Т.75 п.2	13,8	13,8x1	13,8
24	Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к стали	Т.75 п.4	18,2	18,2x1	18,2

25	Коррозионная агрессивность грунтов и грунтовых вод по отношению к бетону (1 опр.)	Т.75 п.5	25,4	25,4x1	25,4
26	Коррозионная агрессивность грунтовых вод по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля одновременно	Т.75 п. 8	21,5	21,5x1	21,5
27	Коррозионная агрессивность грунтов и грунтовых вод по отношению к стали	Т.75 п. 9	11,7	11,7x1	11,7
<b>Итого стоимость лабораторных работ:</b>					<b>2023,8</b>
<b>Камеральные работы</b>					
28	Камеральная обработка материалов буровых работ III категории сложности, 75 п.м	Табл. 82	9,4	75*9,4	705
29	Камеральная обработка лабораторных исследований грунтов Скальных и полускальных Обработка хим. состава грунтов и почв	Табл. 86	10% 12%	10% от 2023,8 12% от 2023,8	202,38 242,86
30	Составление отчета, III категории сложности*	Табл. 87	25%	25% от 693,28	173,32
<b>Итого стоимость камеральных работ:</b>					<b>1323,56</b>
Итого стоимость основных расходов проектируемых работ:					9153,33
Накладные расходы			20% от 9153,33		1830,67
Плановые расходы			8% от 10984		878,72
Компенсируемые расходы			2,6% от 11862,72		308,43
Резерв			3% от 12171,15		365,13
Итого стоимость работ:					12536,28
Итого сметная стоимость работ с учетом районного коэффициента К=1,5					18804,43
Итого сметная стоимость работ с учетом коэффициента К=50,07					941537,65
НДС 20%					188307,53
<b>Итого сметная стоимость работ:</b>					<b>1129845,18</b>

Примечание: \* в стоимость камеральных работ не входит обработка материалов прошлых лет.

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ по строительству здания ГПК-13 с учетом НДС равна 1129845,18 руб.

## Заключение

В дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия территории Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изыскания под строительство временного энергоцентра (Красноярский край, Эвенкийский район). Данная работа выполнена для получения инженерно-геологической информации, которая должна быть необходимой и достаточной для решения задач проектирования.

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

Построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации и выделены пять инженерно-геологических элементов. Для каждого инженерно-геологического элемента представлены нормативные и расчетные характеристики физико-механических свойств. Составлена карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемого строительства. Определены границы сферы взаимодействия с геологической средой, составлена расчетная схема и обоснованы данные для расчета природного давления, расчетного сопротивления грунта и расчета осадки.

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

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

Сметная стоимость проектируемых работ составила 1120231,03 рублей с учетом НДС.

## Список использованной литературы

### *Фондовая литература*

1. Отчет об инженерно-геологических изысканиях «Обустройство Куюмбинского месторождения, автодорога» – Томск Фонды АО «ТомскНИПИнефть»: 2015. – 298 с.

### *Опубликованная литература*

2. Инженерная геология СССР: В 8 т. Тм 2 Западная Сибирь/Научный совет по инженерной геологии и грунтоведению отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова; Гл. ред. Е. М. Сергеев. – М. : Изд-во Московского университета, 1976.

3. Агошков А.И., Трегубенко А.Ю., Вершкова Т.И. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие, ДВФУ, 2015 г. – 158 с.

4. Руководство по методам полевых испытаний несущей способности свай и грунтов. – М.: Изд-во Минтрансстроя СССР, 1979. – 27 с.

5. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований – М.: Недра, 1986. – 333 с.

6. Коломенский Н.В. Общая методика инженерно-геологических исследований – М.: Недра, 1968. – 256 с.

7. Крамаренко В.В. Методические указания по расчетам оснований инженерных сооружений. Часть 1 Основания и фундаменты. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 98 с.

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

9. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин – М.: Недра, 1983. – 332 с.

### *Нормативная литература*

10. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация, 2011. – 63 с.

11. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний, 2012. – 19с.
12. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов, 2014. – 10с.
13. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик, 2016. – 19с.
14. ГОСТ 21153.2. ГОСТ 21153.2-84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии (с Изменениями N 1, 2, ), 2001. – 15 с.
15. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой), 2010. – 77 с.
16. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости (Переиздание), 2012. – 9 с.
17. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости, 2012. – 46с.
18. ГОСТ 21.302-96. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям, 1996 –38 с.
19. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб, 2013 – 35 с.
20. ГОСТ Р 54477-2011. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик деформируемости грунтов в дорожном строительстве.
21. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
22. ГОСТ 12.1.045-84. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
23. ГОСТ 12.2.061-81. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
24. ГОСТ 12.2.062-81. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
25. ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

26. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
27. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
28. ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
29. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих.
30. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
31. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
32. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
33. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
34. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
35. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
36. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – 4 с.
37. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96, 2012. – 15 с.
38. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых пород. Госстрой России – М.: ПНИИИС Госстрой России, 1997. – 37с.

39. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений, 2011. – 157с.
40. ГОСТ 25358-2012 Грунты. Метод полевого определения температуры.
41. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
42. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
43. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства, 1997. – 124 с.
44. СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты, 2012. – 173 с.
45. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии.
46. СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий, 2011. – 57с.
47. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
48. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
49. Наставление по испытаниям грунтов в массивах. Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства, 1981. – 87с.
50. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
51. СанПиН 2.1./2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
52. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.
53. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

54. Р.2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

55. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

56. ОДМ 218.2.017-2011 Методические рекомендации Проектирование, строительство и эксплуатация сооружений.

57. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7, 2003 г. 980 с.

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

59. РСН 74-88. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.

60. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, 1999. – 235 с.

*Интернет-ресурсы*

61. <http://geo.mfvsegei.ru/>

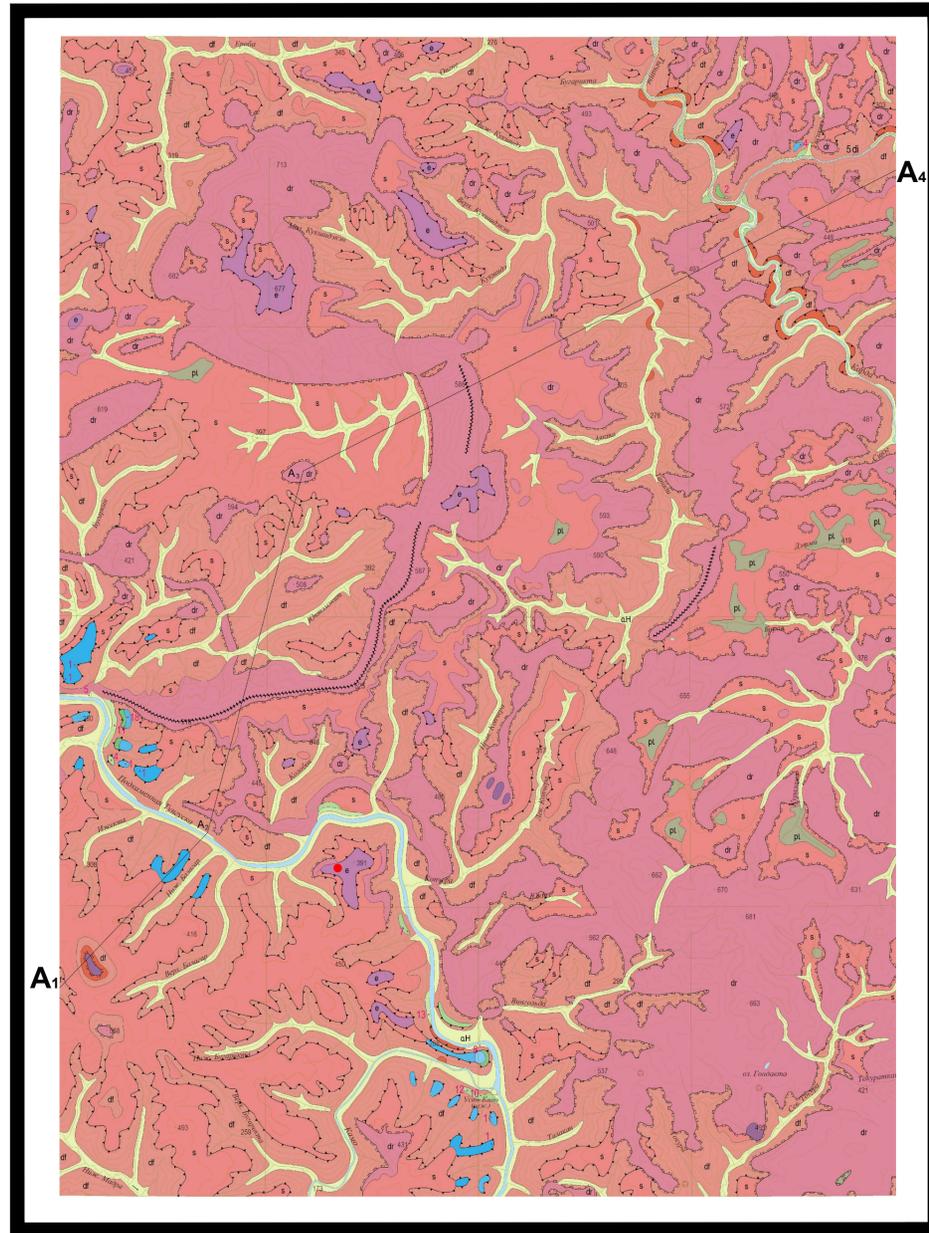
62. <http://my.krskstate.ru/>

63. <http://theodoliteclub.com/>

64. <http://geotest.ru/>

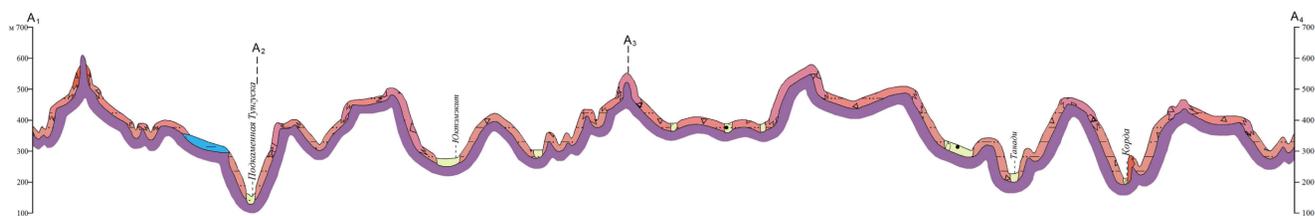
# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (ЭВЕНКИЙСКОГО РАЙОНА)

Масштаб 1 : 200000



Карта составлена ФГУП "Красноярскгеолсъемка" 2012 г.  
Авторы : В.В. Комаров, В.В. Божко  
Редактор В.А. Бармин

## Разрез по линии А1-А2-А3-А4



Масштабы: горизонтальный 1:200000  
вертикальный 1:10000

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Четвертичные образования неразделенные		e	Элювий. Глины с дресвой и щебнем материнских пород (до 2 м)		
		c	Коллювий. Щебень, глыбы (до 15 м)		
		dr	Десерпций. Глыбы, щебень, дресва (до 2 м)		
		df	Дефлюксий. Суглинки с щебнем и глыбами (до 3 м)		
		s	Солифлюксий. Суглинки и глины с щебнем и глыбами (до 2 м)		
		pl	Биогенные (болотные) отложения. Торф (до 2.5 м)		
	Голоцен		aH	Аллювиальные отложения пойменной террасы. Галечники с валунами, пески, глины (до 10 м). Вмещают непромышленную россыпь алмазов	
			a <sup>1</sup> III-H	Аллювий первой террасы. Галечники с валунами, пески, глины (до 11 м)	
		Верхнее звено		a <sup>2</sup> IIIkr <sub>3</sub> -sr	Верхнекаргинский подгоризонт и сартанский горизонт неразделенные. Аллювий второй террасы. Галечники с валунами, пески, глины (до 12 м)
				a <sup>3</sup> IIIkr <sub>1-2</sub>	Нижне- и среднекаргинский подгоризонты неразделенные. Аллювий третьей террасы. Галечники с валунами, пески, глины (до 18 м)
Среднее звено			a <sup>4</sup> IIImr	Муруктинский горизонт. Озерная пачка четвертой террасы. Глины, редко пески (до 6 м)	
			a <sup>4</sup> IIIkz	Казанцевский горизонт. Аллювиальная пачка четвертой террасы. Галечники с валунами, пески (до 12 м)	
		a <sup>5</sup> IIItz	Тазовский горизонт. Озерная пачка пятой террасы. Глины, редко пески (до 6 м)		
Неолейстоцен		a <sup>5</sup> IIIsr	Ширтинский горизонт. Аллювиальная пачка пятой террасы. Галечники пески (до 12 м)		
		a <sup>6</sup> IIism	Самаровский горизонт. Озерная пачка шестой террасы. Глины (до 1 м)		
Плейстоцен			Дочетвертичные образования		
			Глины		
			Торф		
			Глина, дресва		
			Суглинок, щебень		
			Щебень, глыбы		
			Пески с галькой, гравием, валунами		
			Карстовые воронки		
			Денудационные отпрепарированные гряды		
			Подшва структурно-денудационных уступов		
			Бровка склона		
		A1-A2-A3-A4	Линия разреза		
			Участок работ		

Границы стратиграфо-генетических подразделений:  
a - достоверные, б - предполагаемые

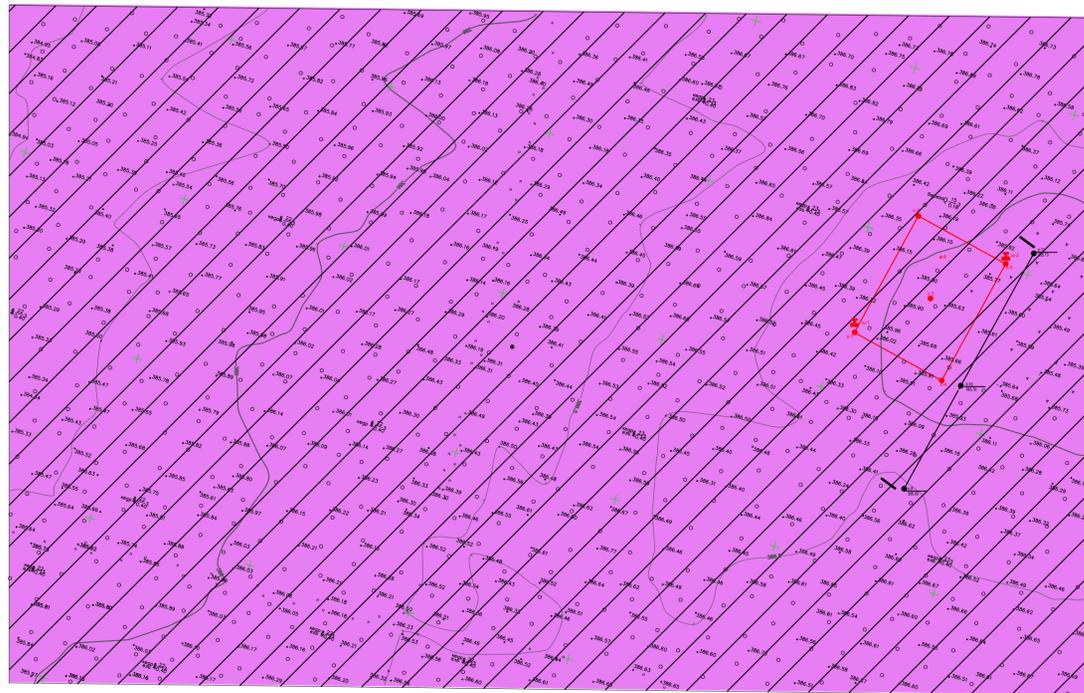
**ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

5 di Непромышленная аллювиальная россыпь алмазов.  
Цифра перед символом алмаза обозначает номер россыпи на карте и по списку

МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИИПР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. з-214Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия территории Кузюбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изысканий под строительство временного энергоцентра (Красноярский край, Эвенкийский район)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Геологическая карта четвертичных образований (Эвенкийского района)	Масштаб 1:200000
СТУДЕНТ	Афанасьев А.С.	Лист 1
РУКОВОДИТЕЛЬ	Крамаренко В.В.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	

Карта инженерно-геологических условий  
площадки изысканий

Масштаб 1:1000  
0 10 20 30 40 50 м



Автор: Афанасьев А.С. 2020 г.

Условные обозначения:

I. Стратиграфо-генетические комплексы

- eQ Отложения элювия четвертичной возраста
- C<sub>3</sub> Кембрийская система верхний отдел

II. Инженерно-геологические элементы

- Суглинок полутвердый, с включением дресвы
- Щебенистый грунт заполнитель суглинок полутвердый
- Доломит средней прочности

III. Прочие обозначения

- Почвенно-растительный слой
- Линия разреза
- Изолинии рельефа, м
- Граница стратиграфо-генетических комплексов
- Граница инженерно-геологических элементов
- Скважина фондовых материалов:  
в числителе - номер скважины,  
в знаменателе - абсолютная отметка устья, м
- Скважина фондовых материалов

IV. Инженерно-геологические разновидности грунтов по ИГЭ (по ГОСТ 25100-2011)

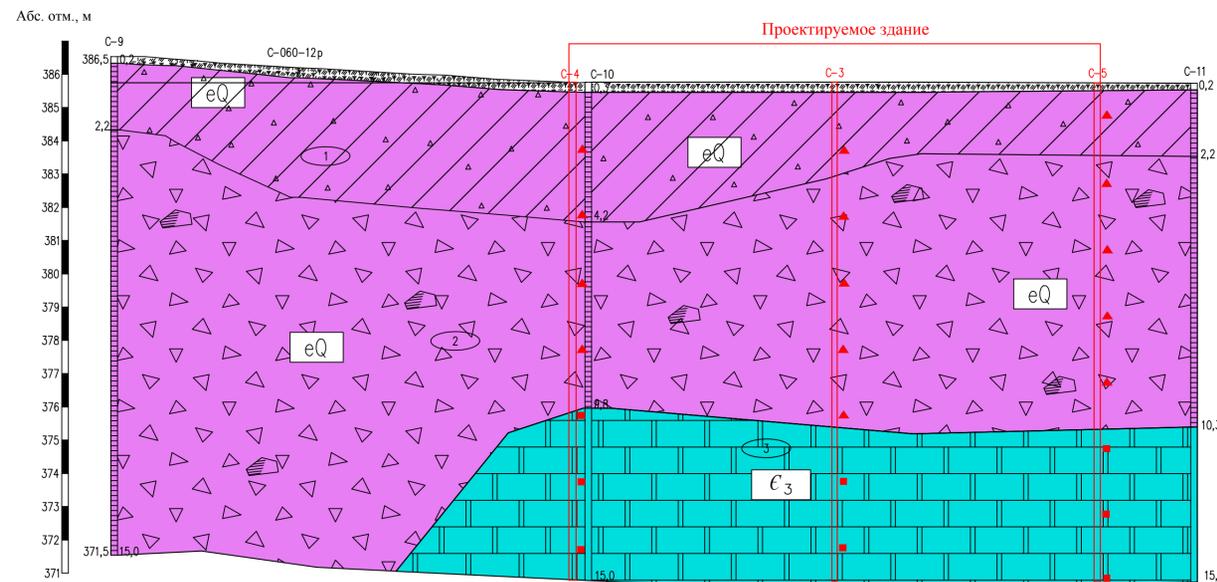
По показателю текучести суглинков

Суглинок
полутвердый

V. Проектные работы

- Границы проектируемого здания
- Проектная скважина и ее номер
- Проектируемые испытания штампом
- Проектная скважина с отбором образцов:  
нарушенного сложения  
монолитов
- Вверху - номер скважины

Инженерно-геологический разрез по  
линии I-I

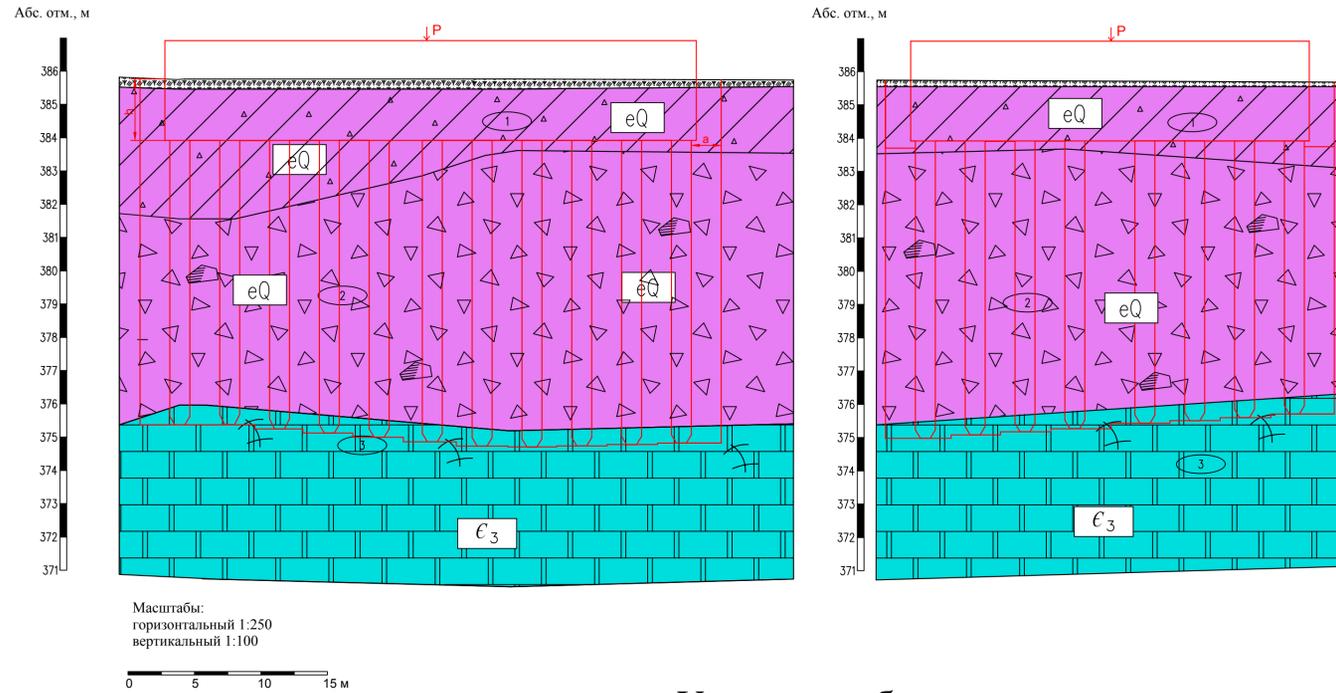


Масштабы: горизонтальный 1:250  
вертикальный 1:100

0 5 10 15 м

МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр.3-214Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия территории Кузюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изысканий под строительство временного энергоцентра	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий и инженерно-геологический разрез	Масштаб 1:1000/1:250
СТУДЕНТ	Афанасьев А.С.	Лист 2
РУКОВОДИТЕЛЬ	Крамаренко В.В.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	

# Схема основания сооружения



номер ИГЭ	Показатели физико-механических свойств пород	Вид показателя	Цель определения
м3	RQD R <sub>сж</sub>	нормативный расчетный	Определение несущей способности свай

## Условные обозначения:

<p><b>I. Стратиграфо-генетические комплексы</b></p> <p><b>eQ</b> Отложения элювия четвертичного возраста</p> <p><b>E<sub>3</sub></b> Кембрийская система верхний отдел</p>	<p><b>III. Прочие обозначения</b></p> <p>Почвенно-растительный слой</p> <p>Граница стратиграфо-генетических комплексов</p> <p>Граница инженерно-геологических элементов</p> <p>Трещиноватость</p>	<p><b>IV. Проектные работы</b></p> <p>Контур условного фундамента</p> <p>Свая-стойка</p>
<p><b>II. Инженерно-геологические элементы</b></p> <p>Суглинок полутвердый, с включением дресвы</p> <p>Щебенистый грунт-заполнитель суглинок полутвердый</p> <p>Доломит средней прочности</p>		

## Показатели физико-механических свойств грунтов

№ ИГЭ	Описание грунтов	Гранулометрический состав, %									Естественная влажность, %	Влажность границ		Число пластичности, %	Показатель текучести	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>				Коэф. пористости	Пористость	Коэф. водонасыщения	Засоленость, %	Показатель текучести заполнителя, I	Влажность заполнителя, %	Предел прочности при одноосном сжатии, МПа		Коэф. размягчаемости	
		>200	200-10	10-2	2-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,002	<0,002		текучести, %	раскатывания, %			влажного	скелета	частиц	сухого							в сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии		
1	Суглинок полутвердый с включением дресвы	н.с.	н.с.	11,2	3,4	1,5	0,5	26,6	41,3	11	25,2	36	24	12	0,13	1,88	1,5	2,73	н.с.	0,82	45	0,84	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.
2	Щебенистый грунт-заполнитель суглинок полутвердый	7,8	56,1	16	2,1	1,4	0,2	1,7	12,2	2,5	9,3	24	16	8	<0	2,28	2,09	2,77	н.с.	0,33	24,7	0,79	н.с.	0,19	17,45	н.с.	н.с.	н.с.	
3	Доломит средней прочности	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	4,7	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	2,47	н.с.	н.с.	2,36	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	н.с.	80,1	38,4	0,37	

н.с. - нет сведений

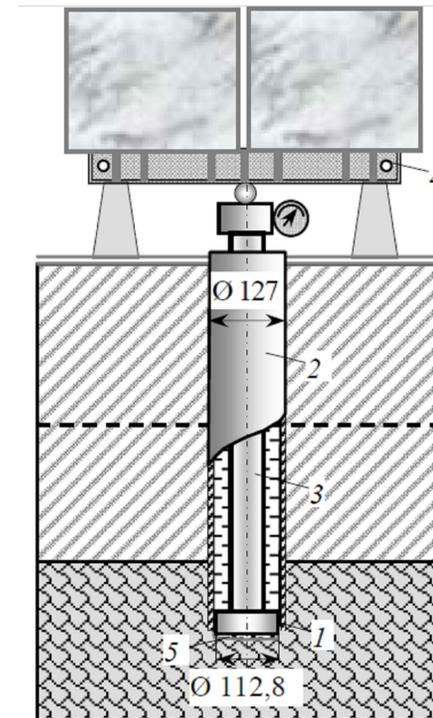
МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр.3-214Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия территории Кузюбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изысканий под строительство временного энергоцентра (Красноярского края, Эвенкийского района)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Расчетная схема основания сооружения и таблица нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств грунтов	Масштаб 1:250/1:100
СТУДЕНТ	Афанасьев А.С.	Лист 3
РУКОВОДИТЕЛЬ	Крамаренко В.В.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	

# Испытание скальных и полускальных грунтов в полевых условиях методом штампа

Скальные грунты, площади штампов  $A$ , значения  $\Delta p$ ,  $\Delta t$  и  $V$

Разновидность грунтов (предел прочности на одноосное сжатие $R_c$ , МПа)	Площадь штампа $A$ , см <sup>2</sup>	Ступени давления $\Delta p$ , МПа	Время выдержки $\Delta t$ , мин	Скорость нагружения $V$ , МПа/мин
Скальные:				
очень прочные ( $R_c > 120$ )	100	10	1	10
прочные ( $120 < R_c \leq 50$ )	100	7,5	2	3,75
средней прочности ( $50 < R_c \leq 15$ )	100	2,5	3	0,83
малопрочные ( $15 < R_c \leq 5$ )	200	1	5	0,2
Полускальные:				
пониженной прочности ( $5 < R_c \leq 3$ )	200	0,5	10	0,05
низкой прочности ( $3 < R_c \leq 1$ )	300	0,2	10	0,02
очень низкой прочности ( $R_c < 1$ )	300	0,1	15	0,007

Установка (штамп) для испытания скальных и полускальных грунтов в скважине



- 1 - штамп
- 2 - обсадная труба
- 3 - нагрузочная труба
- 4 - платформа с грузами либо с анкерами
- 5 - забой скважины

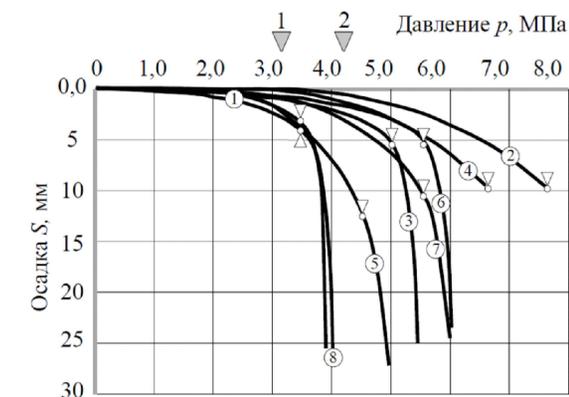
Нормальный ряд площадей штампов  $A$ , см<sup>2</sup> для испытания штампом в скважине

Скальные и полускальные			Нескальные			
Очень прочные, прочные и средней прочности	Малопрочные и пониженной прочности	Низкой и очень низкой прочности	Крупно-обломочные	Песчаные и глинистые		
				Прочные	Средние	Слабые
100	200	300	600	1000	2500	5000

Оценка трещиноватости по СП 24.13330.2011 (табл. 7.1)

Степень трещиноватости	Показатель качества породы RQD, %	Коэффициент снижения прочности $K_S$
Очень слаботрещиноватые	90–100	1,00
Слаботрещиноватые	75–90	0,60–1,00
Среднетрещиноватые	50–75	0,32–0,60
Сильнотрещиноватые	25–50	0,15–0,32
Очень сильнотрещиноватые	0–25	0,05–0,15

Графики испытаний штампом для оценки прочности скального грунта



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. 3-214Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия территории Кузюбинского нефтегазоконденсатного месторождения и проект инженерно-геологических изысканий под строительство временного энергоцентра (Красноярского края, Эвенкийского района)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Испытания скальных и полускальных грунтов в полевых условиях методом штампа	
СТУДЕНТ	Афанасьев А.С.	Лист 4
РУКОВОДИТЕЛЬ	Крамаренко В.В.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	

# ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД НА БУРЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 15 М.

Буровая установка УРБ-2А2

Привод V8 ЯМЗ 238-В

Способ отбора монолитов вдавливающим грунтоносом ГВ-5

Способ бурения колонковое

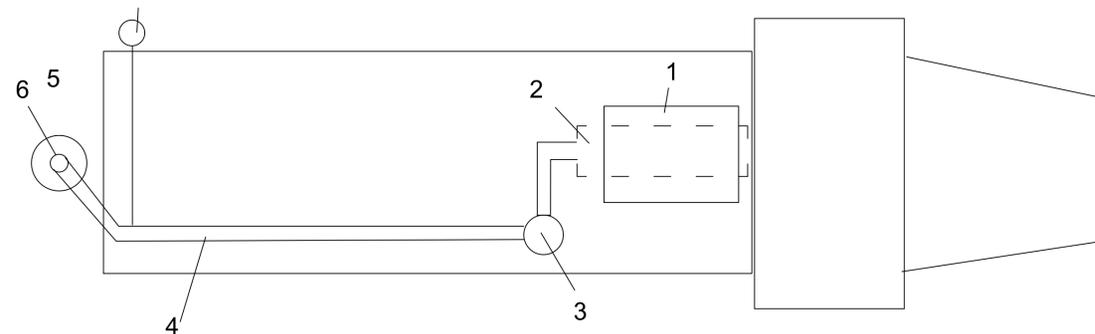
Компрессор 4ВУ-1-5/9М1

Расход воздуха, м куб. /мин 5.25

Линейный масштаб, м	Геологическая часть						Техническая часть											
	Литологическая колонка	Наименование пород	Интервалы залегания, м			Категория пород	Возможные осложнения скважины	Схема конструкции	Диаметр, мм и глубина бурения, м	Диаметр, мм и глубина спуска обсадных труб, м	Тип ПРП	Режимы бурения			Тип очистного агента	Длина рейса, м	Давление воздуха, МПа	Примечание
			от	до	Мощность слоя, м							Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, об/мин					
385 384 383 382 381		Суглинок полутвердый с включением дресвы	0,0	4,2	4,2	III	Возможно осыпание стенок скважины		151/4,7	146/4,7	КТ-2 151 мм	12	248	125	0,5		1. По глинистым и щебенистым грунтам в интервале 0,0-9,8 м бурение ведется без применения продувки 2. Интервал опробования глинистых грунтов: 2,0; 4,0 м щебенистого грунта: 5,0-6,0; 7,0-8,0 м доломитов: 10,0; 12,0; 14,0 м	
380 379 378 377 376		Щебенистый грунт заполнитель суглинок полутвердый	4,2	9,8	5,6	IV			132/10,3		Твердосплавные коронки КТ-132 мм	6,3	248	200	0,5-1,0			
375 374 373 372 371		Доломит средней прочности	9,8	15,0	5,2	VI								0,20				

Схема расположения оборудования для бурения с продувкой

- 1. - Компрессор
- 2. - Ресивер
- 3. - Влагомаслоотделитель
- 4. - Шланги
- 5. - Манометр
- 6. - Сальник



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020 г
ИШПР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. 3-214Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия территории Куюмбинского месторождения и проект инженерно-геологических изысканий под строительство временного энергоцентра (Красноярского края, Эвенкийского района)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Геолого-технический наряд	
СТУДЕНТ	Афанасьев А.С.	
РУКОВОДИТЕЛЬ	Крамаренко В.В.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	
КОНСУЛЬТАНТ	Бер А.А.	