

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Инженерно-геологическое районирование месторождения “Лунное” (Алданский район, Республика Саха, Якутия)

УДК 553.411:624.131.1(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Малышев Сергей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Строкова Людмила Александровна	Д.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Пашков Евгений Николаевич	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК(У)-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности
ОПК(У)-3	готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования
ОПК(У)-4	способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов
ОПК(У)-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства
ОПК(У)-6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию
ОПК(У)-7	способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ
Профессиональные компетенции	
Проектно-изыскательская деятельность	
ПК(У)-1	способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов
ПК(У)-2	способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных

	расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования
ПК(У)-3	способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам
Научно-исследовательская деятельность	
ПК(У)-6	способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов
ПК(У)-8	способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савичев О.Г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ92	Мальшеву Сергею Сергеевичу

Тема работы:

Инженерно-геологическое районирование месторождения «Лунное» (Алданский район, Республика Саха, Якутия)

Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.01.2021, №12-11/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является территории опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания на месторождении «Лунное» в Алданском районе Республики Саха (Якутия). Материалом для выполнения работы послужили результаты отчета по инженерно-геологическим изысканиям проведенные ООО «Нерюнгростройизыскания», а также литературные источники и фондовые материалы</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Современное состояние вопроса о геокриологическом районировании; 2. Описание физико-географических, геологических, гидрогеологических, геокриологических условий района исследования; 3. Изучение современных геологических процессов на территории; 4. Оценка инженерно-геокриологических условий; 5. Произвести геокриологическое районирование территории; 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение; 7. Социальная ответственность.
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Карта геокриологического районирования.</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН, Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Доцент ООД, Пашков Евгений Николаевич
Английский язык	Старший преподаватель ОИЯ, Кемерова Наталья Сергеевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

<p>Глава 1. Современное состояние вопроса о геокриологическом районировании Глава 2. Характеристика инженерно-геологических условий Глава 3. Оценка геокриологических условий и геокриологическое районирование Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Глава 5. Социальная ответственность Приложение А. Engineering and geological zoning of the Aldan district of the Republic of Sakha (Yakutia)</p>
--

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>31.05.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Строкова Людмила Александровна	Д.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Малышев Сергей Сергеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.02.2021	1. Анализ изученности проблемы	
02.03.2021	2. Описание физико-географических, геологических, гидрогеологических	
26.03.2021	3. Изучение современных геологических процессов территории	
02.04.2021	4. Оценка инженерно-геологических условий	
20.04.2021	5. Произвести геокриологическое районирование территории	
11.05.2021	6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
15.05.2021	7. Социальная ответственность	
25.05.2021	8. Раздел на английском языке	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Строкова Людмила Александровна	Д.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Малышеву Сергею Сергеевичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	20.04.02 Природообустройство и водопользование

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

Инженерно-геологическое районирование территории опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания на месторождении «Лунное» в Алданском районе Республики Саха (Якутия)	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет проекта
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Малышев Сергей Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Мальшеву Сергею Сергеевичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Инженерно-геологическое районирование месторождения «Лунное» (Алданский район, Республика Саха, Якутия)
--

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<ul style="list-style-type: none"> - Объект исследования: территория месторождения «Лунное», РС(Я), Алданский район. - Область применения: аудитория для камеральной обработки результатов. Результаты данных работ используются для изучения инженерное - геокриологических условий района и дальнейшего районирования территории.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 30.04.2021). - ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. - ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. - ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1) Анализ выявленных вредных факторов при проведении полевых работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; - тяжесть и напряженность физического труда; - нервно-психические перегрузки <p>2) Анализ выявленных вредных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отклонение параметров микроклимата в помещении; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - нервно-психические перегрузки

3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - Атмосфера: выхлопные газы. - Гидросфера: утечка горючесмазочных материалов. - Литосфера: нарушение естественного залегания пород.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>1) Типичные ЧС</p> <ul style="list-style-type: none"> - Штормовые предупреждения (пониженная температура, проливные дожди, снег, пурга и буря). <p>2) Возможные ЧС</p> <ul style="list-style-type: none"> - Возникновение пожара; - Несчастный случай.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Пашков Евгений Николаевич	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Малышев Сергей Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц 134, рисунков 24, таблиц 52, источников 61.

Ключевые слова: инженерная геология, инженерно-геокриологические условия, многолетнемерзлые грунты, геокриологическое районирование, геокриологические условия.

Объект исследования являются инженерно-геокриологические условия на опытно-промышленном предприятии кучного выщелачивания на месторождении «Лунное» в Алданском районе Республики Саха (Якутия).

Цель исследования - оценить особенности инженерно-геологических условий территории и определить их влияние на устойчивость при строительстве и эксплуатации сооружения.

Методы заключаются в изучении материалов инженерно-геологических изысканий и анализ свойств грунтов.

Был произведен обзор отечественного и зарубежного опыта геокриологического районирования, вдобавок анализ имеющихся территориальных геологических, гидрогеологических сведений, результатов инженерных изысканий;

При выполнении работы были использованы следующие программные обеспечения: MS Office 2016 и Autodesk AutoCAD Mechanical 2020.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	14
СОДЕРЖАНИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ.....	11
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ГЕОКРЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ	13
Выводы.....	17
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ	18
2.1 Изученность условий.....	18
2.2 Зонально-климатические особенности.....	20
2.3. Регионально-геологические особенности	25
2.4. Геологическое строение и рельеф.....	27
2.5 Тектоника.....	30
2.6 Гидрогеологические условия.....	34
2.7 Современные геологические процессы и явления	41
2.7.1 Экзогенные процессы и явления	41
Выводы.....	45
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ	46
3.1 Геоморфология участка.....	46
3.2 Геологические условия участка	46
3.3 Геокриологические условия	47
3.4. Гидрогеологические условия.....	48
3.5 Специфические грунты	49
3.6 Современные экзогенные геологические процессы	50
3.6.1 Выветривание	50
3.6.2 Сейсмичность	51
3.7 Результаты анализа показателей свойств грунтов	52
3.8 Карта районирования	61
3.9 Рекомендации	66
Выводы.....	67
ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	68
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69

4.2	Производственная безопасность	70
4.2.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	70
4.2.2	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	71
4.3	Экологическая безопасность	78
4.3.1	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	78
4.3.2	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	79
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	80
4.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	80
4.3.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	80
	Вывод по разделу «Социальная ответственность»	82
ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....		83
5.1	Предпроектный анализ.....	84
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	84
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	85
5.1.3	SWOT-анализ	87
5.2	Инициация проекта.....	90
5.3	Планирование управления научно-техническим проектом	92
5.3.1	Иерархическая структура работ проекта.....	92
5.4	План проекта	93
5.5	Бюджет научного исследования.....	94
5.5.1	Затраты проекта	100
5.5.2	Операционные затраты.....	101
5.6	Организационная структура проекта.....	101
5.6.1	План управления коммуникациями проекта.....	101
5.6.2	Реестр рисков проекта	102
5.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.....	102
5.7.1	Оценка абсолютной эффективности исследования	102
5.7.2	Оценка сравнительной эффективности исследования.....	108

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	113
Приложение А	120

ВВЕДЕНИЕ

Научная работа представляет собой проект инженерно-геологического районирования территории опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания на месторождении «Лунное» в Алданском районе Республики Саха (Якутия).

Лицензионный участок «Лунное» расположен в 40 км к востоку от города Алдана — центра Алданского района. В 40 км к западу от участка Лунного проходит федеральная Амуро-Якутская автодорога 2-го класса М-56 «Лена» и железная дорога Беркакит-Томмот, по которому в настоящее время осуществляется грузовое и пассажирское движение. По реке Алдан до города Томмот возможна перевозка грузов малотоннажными речными судами. Площадь лицензионного участка составляет 18,78 км².

Целью работы является установление пространственно-временных закономерностей формирования и распространения толщ мерзлых пород на территории опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания на месторождении «Лунное», динамику их геотемпературных полей и мощности при эволюции Земли, изменениях климата и техногенезе.

Требуется изучение геокриологических условий для строительства зданий и сооружений в районах распространения многолетнемерзлых пород.

Техногенные воздействия обуславливают активизацию данных процессов и явлений, следовательно, вопрос о инженерно-геокриологическом районировании и дальнейшего мониторинга территорий проведения добычи ископаемых стоит остро. [1]

Из-за широкого распространения многолетней мерзлоты, наличия карстовых пород и относительно легко деформируемых покровных отложений, территория является геодинамически нестабильной. Преобладающую роль здесь играют криогенные процессы, проявления карстово-суффозионных, и склоновых процессов, широко распространены болота и заболоченные земли.

Учитывая местные природные особенности, строительство и эксплуатация зданий и сооружений будут сопряжены с определенными экологическими рисками.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ

Инженерно-геокриологическое районирование относится к пространственной оценке территории с точки зрения изменчивости инженерно-геокриологических условий. Инженерно-геокриологические условия определяются свойствами мерзлых и оттаивающих пород, развитием процессов связанных с многолетнемерзлых грунтов, состоянием горизонтов межмерзлых и подмерзлых вод, а также быстрой временной изменчивостью температурного поля горных пород. [2]

Инженерно-геокриологическое районирование - это один из методов инженерной геокриологии, объектом которого является геологическая среда зоны многолетней мерзлоты, а также взаимодействующая с зданиями и сооружениями. [3]

Геокриологическое районирование участка выполняется в ходе камеральной обработки материалов инженерно-геологических изысканий, составляется прогноз изменения условий многолетней мерзлоты в связи со строительством и разрабатываются рекомендации по размещению проектируемых объектов, технические решения по их основаниям и фундаментам, обосновываются меры по регулированию и управлению процессом вечной мерзлоты. Как и на первом этапе, результатом изысканий является подготовка отчета. Отчет содержит информацию о геокриологических условиях строительной площадки, результаты полевых и стационарных исследований свойств грунтов, а также разъяснение рекомендаций по выбору принципа использования грунтов в качестве оснований. [4]

Геокриология - наука, возникшая из практических потребностей освоения Сибири, Дальнего Востока и северо-востока территории СССР к середине 20-го века. [5].

Основная часть работ по региональным закономерностям формирования

температурного режима горных пород и геокриологических условий отражена в работах советских ученых, в таких как монография по геокриологии СССР. [6].

Во второй половине прошлого века начались работы по созданию инженерно-геологических карт. Н. И. Николаев предложил концепцию геокриологического районирования и классифицировал картографические данные, а также описал принципы их составления [7].

В 1938 году Баранов И. Я. придавал большое значение геологическим особенностям при учете дифференциации однородных разрезов криолитозоны. В то же время К. И. Лукашев разделил территорию криолитозоны. Суть заключалась в том, чтобы разделить территорию криолитозоны на десять больших областей. Эти районы различаются по своему рельефу и геологическому строению [8].

В 1950 году по температуре, мощности, составу, структуре и степени прерывистости многолетней мерзлоты было проведено геокриологическое районирование северо-восточной части многолетней криолитозоны П. Ф. Шевцовым и В. К. Яновским [8].

В 1953 году. Попов А. И. предложил зонирование многолетней криолитозоны на историко-идеологической основе, на этой основе было выделено 20 районов. Основной причиной этого было геологическое и геотектоническое строение и ледяные включения в почвах [8].

В 1954 году Кудрявцев В. А. произвел деление криолитозоны по температуре почвы с учетом геоморфологии, выделив 47 районов [9].

В 1967 году В. В. Баулин принял "зону" для зонирования по наименьшему размеру. Для выделения которых берется устойчивое свойство замороженного слоя. Так, он выделил 3 зоны вечной мерзлоты Западной Сибири [10].

В 1976 году Трофимов В. Т. в своей диссертации предложил новое определение понятия "инженерно-геологическое районирование" как совокупности теоретических положений и методологических приемов,

направленных на выявление объективно существующих в пространстве территориальных элементов, имеющих какие-либо общие инженерно-геологические особенности, разграничивая их от территорий, не имеющих этих особенностей, их картографирование и описание [9].

Для разных районов криолитозоны был разработан метод инженерно-геокриологического районирования в ходе многолетних комплексных инженерно-геокриологических исследований ОАО «ПНИИИСом», в соответствии с которым картография геологической среды, показатели и признаки районирования разграничиваются, смотря от стадии проектирования. Данный метод описывается в "Рекомендации по производству перспективных исследований для строительства в районах распространения вечной мерзлоты" 1986 года и "Рекомендации по геокриологическому обследованию и районированию равнинных территорий для размещения объектов нефтегазовой промышленности на этапах проектирования" 1984 года, а также в ряде других работ. [9].

В 1987 г. были построены карты инженерно-геокриологического районирования территории СССР и инженерно-геокриологического районирования территории СССР. Учитывавшие генотип рельефа, преобладающие формации дочетвертичных отложений и генетические комплексы четвертичных отложений, среднегодовую температуру и распространение многолетнемерзлых грунтов. Гарагуля Л.С., Ершов Э.Д., Кондратьева К.А., Хрусталева Л.Н. [9].

Авторы из разных стран анализируют механизм деформаций, обусловленных моделированием. Но авторы редко анализируют изменение процессов и явлений в течение достаточно продолжительного срока службы насыпей и вопросы о их длительной инженерной защите. Кондратьев В. Г., Ашпиз Е. С. и Дыдышко П. И. наиболее активно занимались изучением проблем устойчивости инженерных сооружений в криолитозоне. В наибольшей степени этот вопрос касается районов распространения криолитозоны, в особенности арктической части, где темпы освоения больше всего превышают

темпы изучения территории. Совокупность этих факторов приводит к становлению экологически опасных ситуаций при добыче полезных ископаемых [9].

Разработка сценариев и прогнозирование геоэкологических изменений для различных этапов и стадий разработки месторождений, а также обеспечение устойчивости построенных объектов возможны только на основе знания закономерностей формирования и пространственной изменчивости важнейших компонентов геокриологических условий региона в целом и его отдельных частей. Отражение этих закономерностей на картах мелкого и среднего масштаба геокриологического районирования позволяет оценить особенности геокриологических условий больших территорий, прогнозировать их изменения в процессе хозяйственного освоения территории, выбирать оптимальные участки с точки зрения устойчивости геологической среды и проектирования сооружений, планировать природоохранные мероприятия [40].

Со слов Шамановой И.И. о "зонирование и картографирование территории является важной составляющей инженерно-геологических изысканий на всех этапах проектирования" все еще остается актуальным вопрос о инженерно-геокриологическом картографировании [11]. При выборе признаков и показателей районирования необходимо учитывать большое количество компонентов геологической среды из-за того, что многолетнемерзлые грунты отличаются высокой степенью чувствительности к техногенным воздействиям [11].

Практика инженерной защиты от неблагоприятных инженерно-геологических процессов была разработана во второй половине 20-го века и предусматривает предотвращение деформаций конструкций и фундаментов сооружений и основана на материалах исследований [12].

Этот подход успешно используется проектировщиками, но невозможно учесть будущие изменения климата, которые повлияют на инженерно-геокриологические условия в течение эксплуатации сооружений.

Изыскательские работы, оценивающие их состояние с точки зрения

инженерно-геокриологических изысканий, еще не получили должного научного развития. К ним относятся, прежде всего:

- учет пространственно-временной изменчивости инженерно-геокриологических параметров при районировании территории;
- вероятный характер устойчивости природных геосистем к техногенным воздействиям;
- принципы и методы комплексной оценки инженерно-геокриологических условий в аспекте строительства и эксплуатации зданий и сооружений и охраны окружающей среды [13].

Выводы

Проведенный анализ о современном состоянии геокриологического районирования и существующих на данный момент методик, показал, что в сегодняшнее время единого метода геокриологического районирования не существует, так как само направление районирование все еще не получило должного развития в научной сфере. Использование тех или иных методов районирования для получения желаемого результата является сугубо индивидуальным выбором исследователя. Следовательно, для достоверности и объективности оценивания выполненных работ необходимо унификация существующих методов геокриологического районирования.

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1 Изученность условий

В административном отношении площадка исследования «Лицензионный участок Лунное» расположен в Республике Саха (Якутия) в Алданском районе, в 40 км к востоку от города Алдан. Точные координаты расположения: $58^{\circ}40'13.6''$ N, $125^{\circ}54'03.6''$ E. В 40 км к западу от «Лунного» проходит федеральная трасса Амуро-Якутская автодорога 2-го класса М-56 «Лена» и железная дорога Беркамит-Томмот, по которой в настоящее время осуществляются грузовые и пассажирские перевозки. Перевозка грузов малотоннажными речными судами возможна по реке Алдан до города Томмот. Площадь лицензионного участка составляет 18,78 км². [14]



Рисунок 2.1. Расположение исследуемого участка [15, 16]

В. Н. Зверева совершивший в 1912 г. маршрут по р. Алдан, выделивший основные комплексы пород, главные геологические структуры и разработавший первую схему стратиграфии карбонатных толщ стал первым в

изучении геологического строения района.

Систематические геологические работы в этом районе начались в 1925-1935 годах после открытия в 1923 году разведочной партией В. П. Бертина россыпного месторождения золота в долине ручья Незаметного. С 1947 года в районе разворачиваются многочисленные региональные и специализированные работы.

В 1947-1948 под руководством С. П. Коноплева, В. Г. Кадеша, В. П. Зайцева были проведены геологосъемочные работы в масштабе 1:200 000 (ГСР-200).

В 1958 году Ю. К. Дзевановский составил геологическую карту масштаба 1:1000 000 и пояснительную записку к ней, отражающую накопленный к тому времени фактический материал о геологическом строении территории.

В 1963 году была составлена Государственная геологическая карта в масштабе 1:200 000 (автор Н. С. Телега) [17].

В 1960-1968 годах под руководством А. Н. Угрюмова, Б. З. Берзенина, Л. Н. Кичигина, В. И. Лядина в Центрально-Алданском районе (ЦАР) проводились геологосъемочные работы в масштабе 1:50 000 (ГСР-50) [18, 19, 20].

В 1959-1960 годах В. А. Луконина и Н. С. Телега провели картографические работы в масштабе 1:200 000.

В 1961-1962 годах к югу от реки Алдан была проведена мерзлотно-гидрогеологическая съемка масштаба 1:500 000 (Л. С. Гарагуля и другими [21]).

В 1963-1965 годах была проведена разведка и подсчет запасов на Якоцитском глинистом месторождении (долина реки Якоцит) Р.П. Петровым и Ю.Ф. Лосевым.

В 1969 году проблемы минералогии золота были описаны в работе А. Н. Угрюмова и других "Металлогения зон разломов в северной части Алдано-Тимптонского междуречья".

В 1968-1970 годах было проведено обобщение материалов

геофизических работ, выполнявшихся в ЦАРЕ различными организациями с 50-х годов (Ю. В. Киселев и другие, 1970).

В 1981-85 годах площадь охвачена комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемкой масштаба 1:200 000 (Н. К. Кутарева и др. [22]).

В 1991 году составлена рабочая легенда для геологических карт масштаба 1:50 000 Центральноалданской серии листов, где были отражены фактические материалы по геологии ЦАРа. Составители В.И. Шевченко и Н.И. Веревкин [23].

В 2000 году Д. В. Утробин, Е. П. Максимов и Е. Б. Хотина доработали легенды Алданской серии листов Госгеолкарты-200 (второе издание) [24].

Последние опубликованные маломасштабные геологические карты:

1. Геологическая карта четвертичных отложений масштаба 1:1 000 000, составленная в 1972 году А. И. Моисеевым и Г. А. Максимовой, опубликованная в 1975 году;

2. Геологическая карта района БАМа масштаба 1:500 000, составленная в 1979 году Е. П. Максимовым и Л. М. Реутовой, опубликованная в 1983 году [25];

3. Геологическая карта РФ масштаба 1:1 000 000 новой серии, составленная в 1995 году В.М. Власовым, Е.П. Миронюком, А.Н. Тимашковым и Е.Б. Хотиной, опубликованная в 1999 году [26];

4. Геологическая карта Сибирской платформы и прилегающих территорий масштаба 1:1 500 000 под редакцией Н.С. Малиха, опубликованная в 1999 году.

2.2 Зонально-климатические особенности

Территория исследования расположена в области, Алдано-Ленского поднятия которая является составной частью Алданской антеклизы и одним из самых крупных положительных структур Сибирской платформы.

Многоэтажное строение площади обусловила тектоническую позицию. Верхние структурные этажи представлены сугубогоризонтально залегающим платформенным чехлом и структурами эпиплатформенной активизации, а нижний сложнодислоцированным и глубокометаморфизованным фундаментом [38].

Климат района резко континентальный с долгой холодной зимой и коротким жарким летом. Среднегодовая температура воздуха составляет колеблется от -3,5 до -6,2°C. В зимний период территория находится под влиянием устойчивого антициклона с длительностью примерно от 6 до 7 месяцев, [38]. Район находится под преобладающим направлением юго-западного ветра. В первой половине октября устанавливается снежный покров и сходит в конце мая. Годовое количество осадков в среднем варьируется от 500 до 540 мм, с максимальным количеством выпадения с июля до августа. Всю территории охватывает многолетняя мерзлота.

Согласно климатическому районированию для строительства, приведенного в СП 131.13330.2018, район исследования относится к северной строительно-климатической зоне (I Д), характеризующимся с наиболее суровыми условиями.

Таблица 2.1

Среднемесячная и годовая температура воздуха, °С

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-48.7 (1951)	-30.6	-26.3	-22.0	-4.0 (1979)
февраль	-46.3 (1979)	-28.3	-23.2	-18.1	-1.0 (1998)
март	-42.0 (1966)	-21.3	-15.2	-9.3	9.1 (1990)
апрель	-31.7 (1966)	-9.6	-4.2	0.8	18.8 (2014)
май	-16.0 (1942)	0.0	5.1	10.5	27.8 (2018)
июнь	-5.9 (1999)	7.5	13.9	20.2	34.3 (1970)
июль	-0.8 (1996)	10.9	16.6	22.6	34.9 (2020)
август	-4.4 (1992)	8.1	13.4	19.2	35.2 (1969)
сентябрь	-16.1 (1987)	0.8	4.9	9.8	25.8 (1947)

Продолжение таблицы 2.1

октябрь	-30.3 (1982)	-10.3	-6.3	-2.3	16.7 (2015)
ноябрь	-44.9 (1979)	-23.3	-18.9	-14.7	6.1 (1978)
декабрь	-48.3 (1952)	-29.4	-25.3	-21.3	-0.6 (1979)
год	-48.7 (1951)	-10.5	-5.5	-0.4	35.2 (1969)

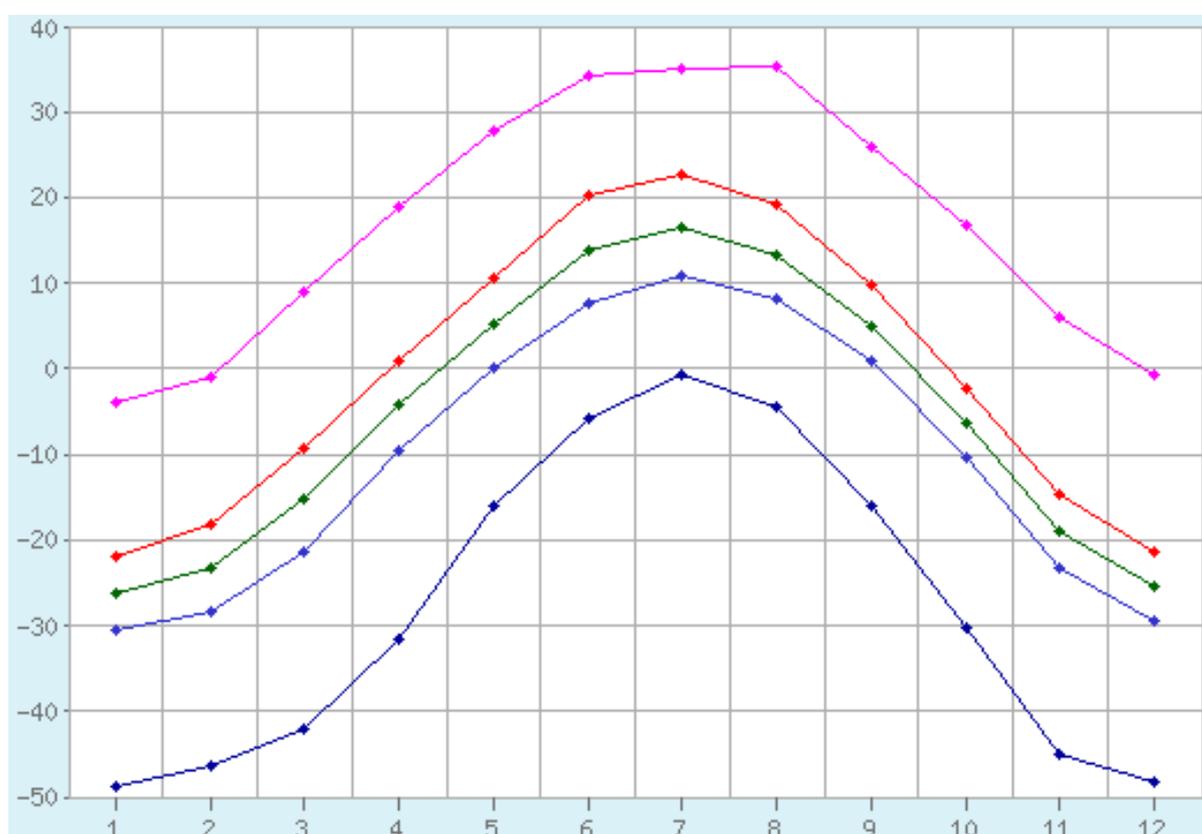


Рисунок 2.2. Диаграмма среднемесячной и годовой температуры воздуха, °С

Таблица 2.2

Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	27	5 (2001)	62 (2016)	11 (1988)
февраль	24	4 (1945)	69 (2019)	13 (1999)
март	29	3 (1937)	80 (1998)	28 (1998)
апрель	36	8 (1939)	69 (2015)	26 (1957)
май	71	16 (1942)	157 (2017)	46 (1967)
июнь	83	5 (2008)	162 (2019)	97 (2020)
июль	108	24 (1947)	247 (1992)	64 (2010)
август	105	15 (1990)	269 (2006)	68 (1988)

Продолжение таблицы 2.2

сентябрь	94	21 (1955)	291 (2017)	81 (2017)
октябрь	67	9 (1944)	154 (2009)	38 (2009)
ноябрь	41	8 (1944)	86 (2001)	18 (2006)
декабрь	32	11 (1976)	66 (1988)	18 (1938)
год	717	380 (1947)	1004 (2017)	81 (2017)

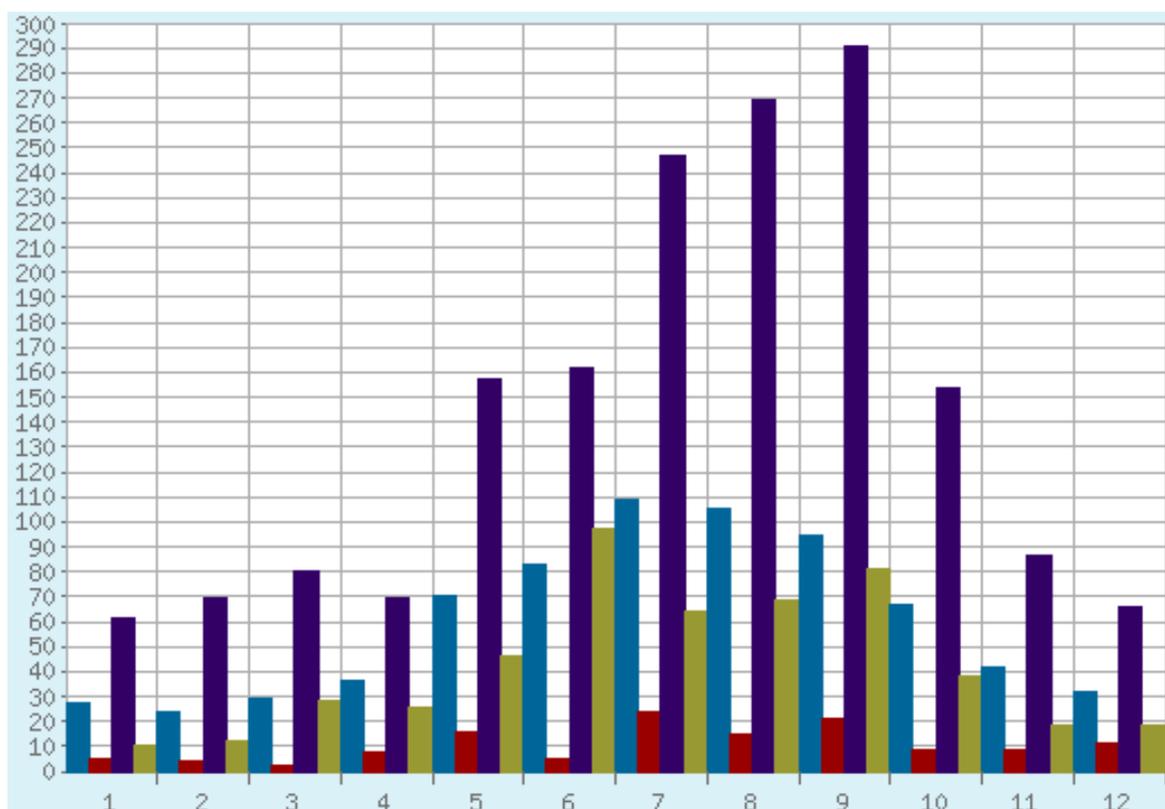


Рисунок 2.3. Диаграмма среднемесячное и годовое количество осадков, мм

Таблица 2.3

Высота снежного покрова, см

месяц	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	январ	фев	мар	апр	май	июн	год
число дней	0	0.1	6	7	28	30	31	28	31	26	8	0.4	215
высота	0	0	2	15	33	45	58	68	73	34	2	0	
макс.выс.	0	28	59	54	73	98	95	103	117	127	107	30	127

Таблица 2.4

Влажность воздуха, %

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
78	76	70	62	61	63	71	75	76	77	78	78	72

Таблица 2.5

Скорость ветра, м/с

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
1.7	1.8	2.0	2.2	2.2	1.9	1.6	1.6	1.7	1.9	1.9	1.7	1.9

Таблица 2.6

Повторяемость различных направлений ветра, %

Направление	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
С	2	3	8	13	13	14	14	13	11	9	4	2	9
СВ	1	1	4	8	7	12	14	12	8	5	2	0	6
В	0	1	2	5	6	8	9	6	4	2	1	0	4
ЮВ	1	1	1	4	5	5	6	4	2	2	1	1	3
Ю	22	21	22	18	17	17	18	17	15	16	19	21	19
ЮЗ	45	38	29	22	21	19	17	22	25	28	39	46	28
З	24	28	23	18	19	14	13	17	24	27	28	25	22
СЗ	5	7	11	12	12	11	9	9	11	11	6	5	9
ШТИЛЬ	22	21	14	16	14	19	24	24	21	18	18	25	20

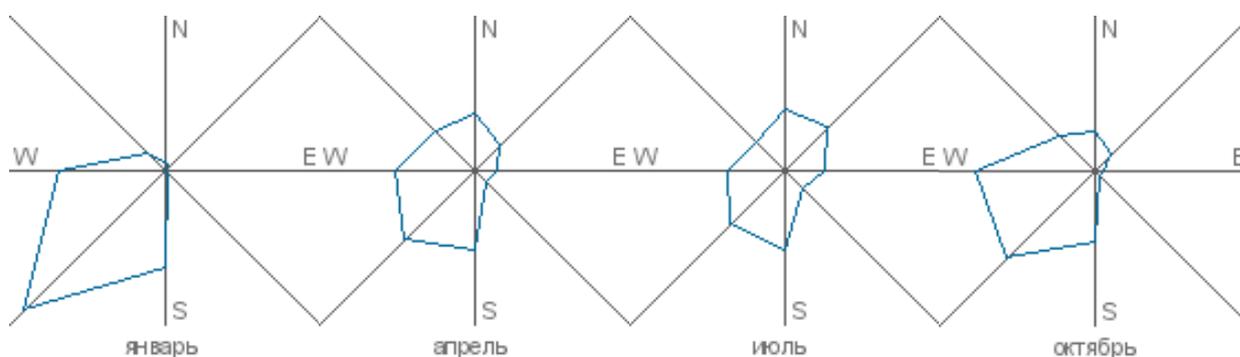


Рисунок 2.4. Роза ветров за разные месяцы

2.3. Регионально-геологические особенности

Район исследования расположен на геоморфологической провинции (области): Лено-Алданское плато [27]. Рельеф образован на осадочных породах, представляет слабохолмистая, слабо расчлененная, пологая к северу поверхность, осложненная плутоно-тектоническими поднятиями. Плоские широкие водораздельные имеют абсолютную высоту от 500 до 700 м и относительные высоту от 100 до 300 м над дном долины.

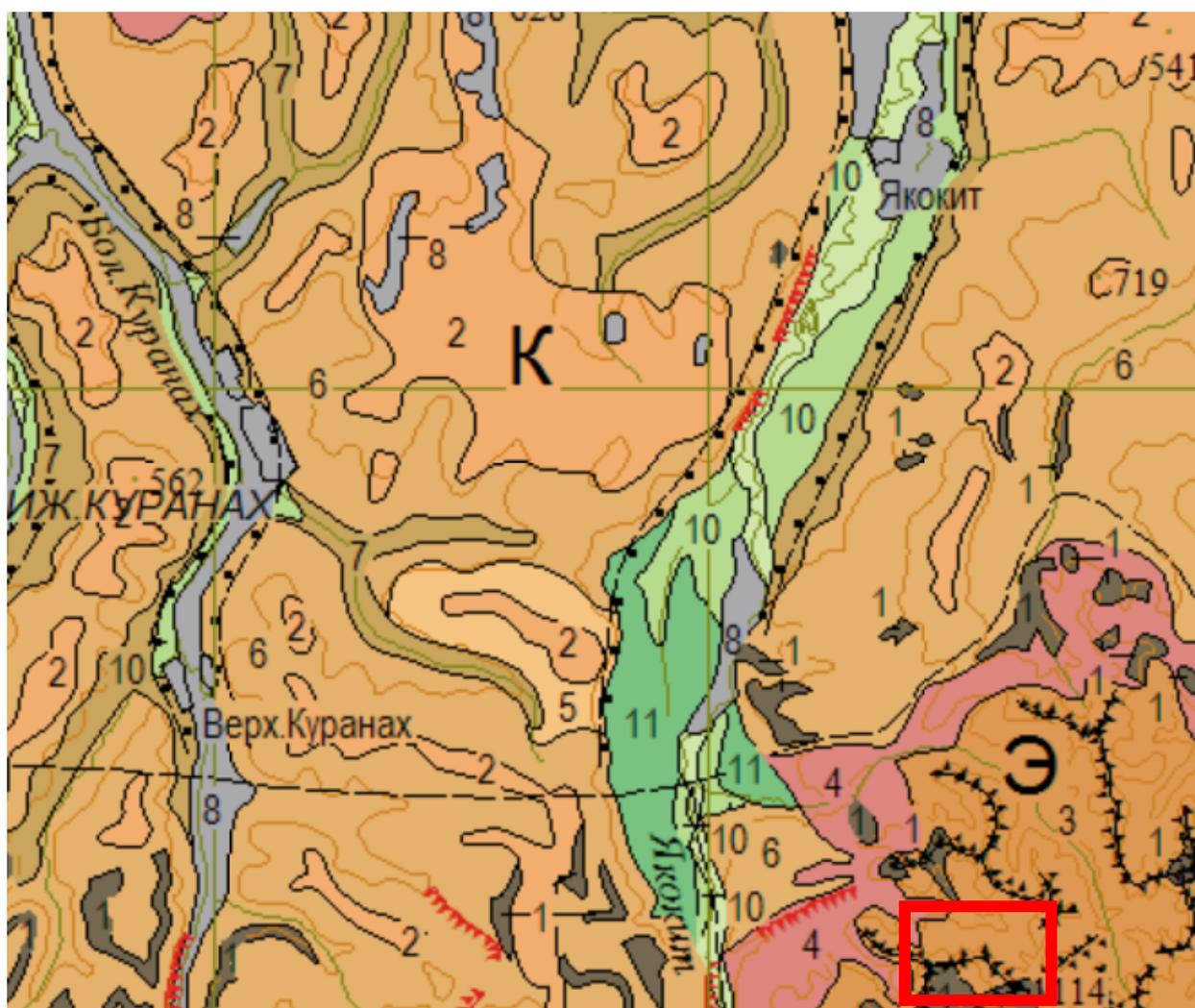


Рисунок 2.5. Геоморфологическая схема (М 1:500 000) [30]

	Образовавшийся в результате препарировки мезозойских интрузивных тел и их приконтактных зон. Склоны интрузивных массивов (P - Q)
	Образовавшиеся в результате препарировки разновозрастных разрывных дислокаций. Крутые, часто прямолинейные склоны, уступы (P - Q)
Денудационный	
	Бликие к горизонтальным поверхности выравнивания, сформированные на венд-нижнекембрийских и нижнеюрских осадочных породах (P ₂₋₃)
	Обвальнo-осыпные склоны вогнутые, крутизной более 30° (P - Q)
	Коллювиально-солифлюкционные склоны крутизной 25 - 30° (P-Q)
	Солифлюкционные, делювиально-солифлюкционные склоны крутизной 5 - 20° (P - Q)
	Коллювиально-делювиальные, делювиальные склоны крутизной 5 - 35° (P- Q)
	Денудационно-эрозионные склоны речных долин (P-Q)
Аккумулятивный рельеф	
	Техногенный рельеф (Q _н)
	Русло и пойма нерасчлененные. Относительная высота до 5 м (Q _{III-н})
	Первая надпойменная терраса и пойма нерасчлененные. Относительная высота до 15 м (Q _{III-4})
	Комплекс средних и высоких террас нерасчлененных. Относительная высота до 60 м (Q _{III})
	Расположение территории исследования

Рисунок 2.6. Условные обозначения к геоморфологической схеме [30]

Рельеф плоскогорья формируется на породах фундамента и осадочного чехла, обусловленного плутоно-тектоническими поднятиями. На местности преобладают водораздельные поверхности с абсолютными отметками в районе 650-800 м [26]. Алданское плоскогорье характеризуется относительными высотами 200-500 м. Все водотоки, за исключением ручья Бэс-Юрях, относящегося к бассейну реки Амги, относятся к бассейну реки Алдан с его основными притоками - реками Якокит и Селигдар. Речные бассейны имеют дендритную речную сеть со средним коэффициентом развития от 220 до 250 м на 1 км² и модулем стока крупнейших водотоков от 1,5 до 3,0 л/с с км² [28]. Водный режим рек относится к восточносибирскому типу со смешанным снеговым и дождевым питанием [29].

2.4. Геологическое строение и рельеф

В истории геологического развития района выделяют 3 этапа [38]:

1. Доплатформенный (архей-ранний протерозой);
2. Платформенный (поздний протерозой-ранний мезозой);
3. Эпиплатформенной активизации (мезозой).

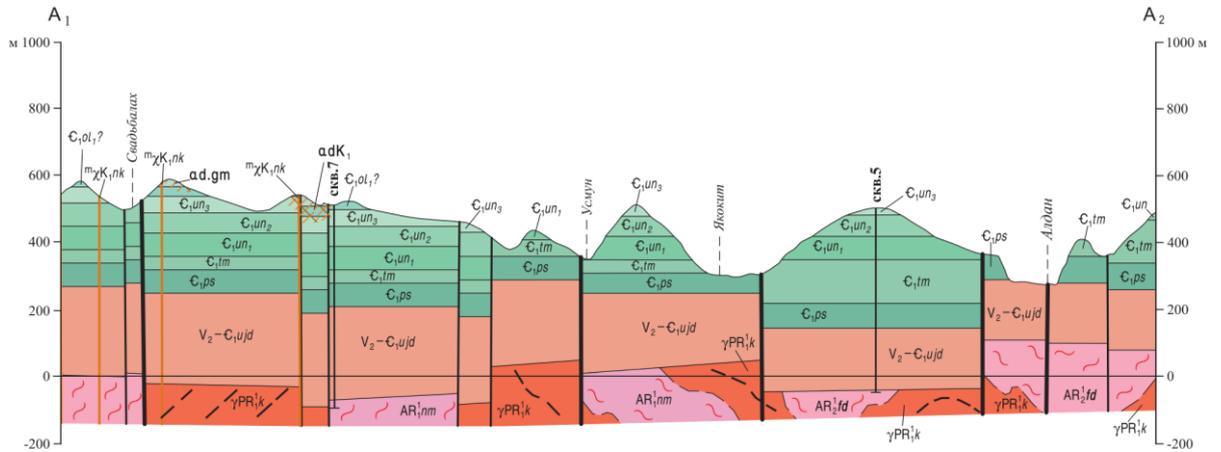


Рисунок 2.7. Геологический разрез (масштабы: горизонтальный 1:200 000, вертикальный 1:20 000) [30]

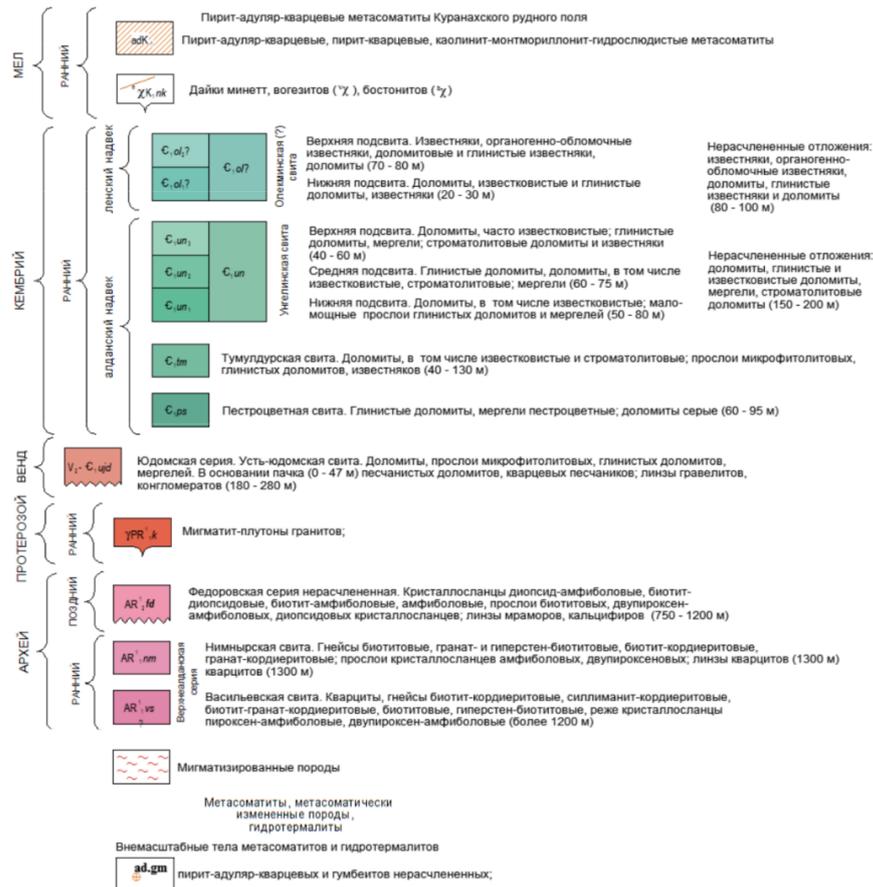


Рисунок 2.8. Условные обозначения к геологическому разрезу [30]

Доплатформенная эпоха (этап) развития территории охватывает огромный временной интервал (3,7 - 1,65 миллиарда лет). В раннем докембрии было выявлено не менее 5 тектоно-метаморфических циклов (ТМЦ) развития [31], в процессе которых сформировались разновозрастные, вещественно неоднородные объединения метаморфических, ультраметаморфических и магматических пород. В доплатформенной эпохе проявились ранний ингерский, ранний тимптоно-желтулинский и поздний унгерский циклы развития [39]. Образования старейшего (более 3,5 млрд. лет) этапа развития не выделяются из-за отсутствия четких критериев их отличия от более молодых образований [32].

К началу платформенного этапа развития на Сибирской платформе образовался наиболее важный геолого-структурный элемент, а именно Алдано-Становой геоблок (щит) с долгоживущими тектоническими зонами границами которого и являлись [33].

Нет никаких месторождений или месторождений полезных ископаемых, связанных с доплатформенной эпохой.

Платформенная эпоха (этап) развития площади делится на три временные части [39]:

- 1) Поздний протерозой (довендский);
- 2) Венд-ранний кембрий;
- 3) Средний палеозой-ранний мезозой (от 1650 до 230 млн. лет).

В позднем протерозое Центральноалданский район являлся стабильным поднятием в системе филократона, отчего осадочные породы того возраста отсутствуют. Магматическая активность этапа выразилась в формировании редких долеритовых даек сиваглинского комплекса

Полезные ископаемые платформенной эпохи развития представлены проявлениями известняков и мраморного оникса.

Эпиплатформенная эпоха (этап) во время которого активизировался Алдано-Становой геоблок, начавшись в позднем триасе вследствие тектонической активности в соседнем Монголо-Охотской складчатом регионе.

Она делится на 4 этапа [39]:

- 1) Позднетриасово-раннеюрский;
- 2) Среднеюрско-раннемеловой (ранненеокомовый);
- 3) Меловой (поздненеокомово-позднемеловой);
- 4) Кайнозойский.

Месторождения строительных материалов и многочисленные месторождения золота связаны с кайнозойской эрой.

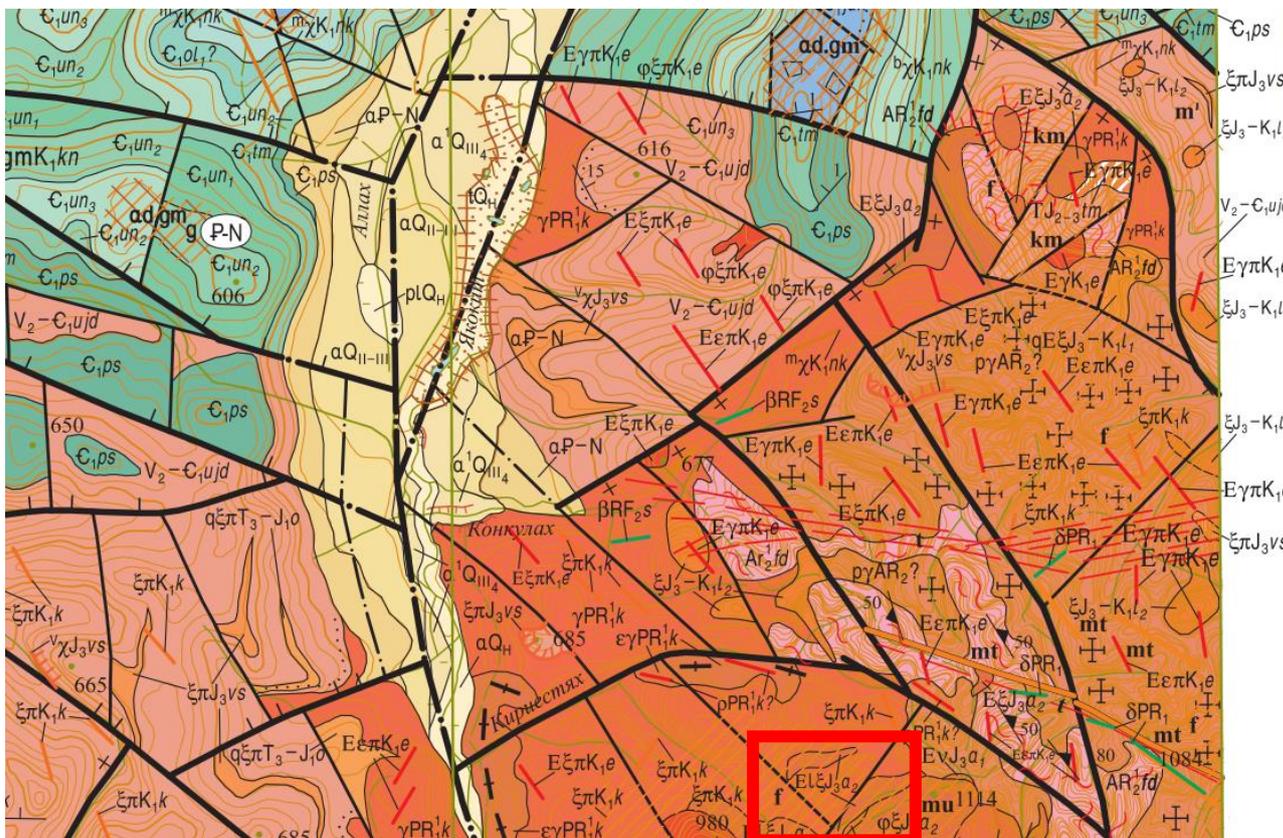


Рисунок 2.9. Геологическая карта (М 1:200 000) [30]

aQ_0	Современные отложения. Аллювиальные песчано-галечные, валунно-галечные отложения, супеси, илы (до 6 м) низких пойм, русел; болотные (pl) торфяники, илы (до 2 м); техногенные (t) образования нерасчлененные (до 25 м); отвалы карьеров, дренажных и старательских полигонов, отложения промышленных отстойников, сельскохозяйственных угодий
aQ_{III}	Верхнечетвертичные-современные отложения нерасчлененные. Аллювиальные валунно-галечные, песчано - гравийно - галечные отложения, супеси, илы (0,5 - 7 м) высокой поймы
$a'Q_{II}$	Верхнечетвертичные отложения. Аллювиальные валунно - галечные, песчано - галечные отложения, суглинки, илы (10 - 15 м) первой надпойменной террасы
aQ_{IV}	Средне-верхнечетвертичные отложения нерасчлененные. Аллювиальные валунно-галечные, песчано-галечные отложения (до 12 - 15 м) террас высотой 30 - 35 м и цоколей низких террас; озеро-аллювиальные (la) пески (до 10 м) террас высотой до 35 м и цоколей низких террас
$E\gamma K_e$ / $E\gamma LK_e$	Штоки эгириновых гранитов, эгириновых сиенит-порфиров ($E\zeta\pi$); тела сложной формы эксплозивно-метасоматических брекчий щелочных микросиенитов ($E'\zeta$); силлы тингуаитов ($\phi\zeta\pi$); дайки грорудитов ($E\gamma\pi$), сельсбергитов ($E\kappa$), эгириновых сиенит-порфиров ($E\zeta\pi$), тингуаитов ($\phi\zeta\pi$)
χK_{λ} / $\tau \omega K_{\lambda}$	Силлы минетт; диатремы эксплозивных брекчий щелочных пикритов ($T\omega$); внемасштабные диатремы щелочных пикритов, трахитов (τ)
Лебединский плутонический комплекс монцонит-сиенит-гранитовый	
$\zeta J_1 K_{\lambda}$ / m'	Вторая фаза. Штоки, тела порфировидных сиенитов; мраморизованные породы
$\phi E \zeta J_1 K_{\lambda}$ / m'	Первая фаза. Штоки, лакколлиты щелочнополевошпатовых кварцевых сиенитов; мраморизованные породы
Алданский плутонический комплекс фергусит-щелочносиенитовый	
$E \zeta J_1 \phi_2$ / km	Вторая фаза. Штоки щелочных сиенитов, пуласкитов ($Ei\zeta$), нефелиновых сиенитов ($\phi\zeta$); контактовые мраморы, мусковитовые и калишлат-мусковитовые автометасоматиты (m), эгирин-полевошпатовые метасоматиты - фениты (f)
$E \nu J_1 \phi_1$	Первая фаза. Малые тела малиньитов
$\zeta \pi J_1 vs$ / $\zeta \pi J_1 vs$	Штоки, лакколлиты, силлы сиенит-порфиров, вогезитов (χ), силлы кварцевых сиенит-порфиров ($\phi\zeta\pi$); лакколлиты, силлы кварцевых монцонит-порфиров ($\phi\pi$); силлы сиенит-порфиров, вогезитов (χ)
$\phi \zeta \pi J_1 \nu_1 o$ / $\phi \zeta \pi J_1 \nu_1 o$	Силлы кварцевых сиенит-порфиров
$J_1 juh$	Юхтинская свита. Песчаники, прослои гравелитов, конгломератов, алевролитов (40 - 70 м)
$C_{ol}?$ / $C_{ol}?$	Опеминская (?) свита Верхняя подсвита. Известняки, органогенно-обломочные известняки, доломитовые и глинистые известняки, доломиты (70 - 80 м) Нижняя подсвита. Доломиты, известковистые и глинистые доломиты, известняки (20 - 30 м)
C_{un} / C_{un}	Угелинская свита Верхняя подсвита. Доломиты, часто известковистые; глинистые доломиты, мергели; строматолитовые доломиты и известняки (40 - 60 м) Средняя подсвита. Глинистые доломиты, доломиты, в том числе известковистые, строматолитовые; мергели (60 - 75 м) Нижняя подсвита. Доломиты, в том числе известковистые; мало-мощные прослои глинистых доломитов и мергелей (50 - 80 м)
C_{tm}	Тумулдурская свита. Доломиты, в том числе известковистые и строматолитовые; прослои микрофитолитовых, глинистых доломитов, известняков (40 - 130 м)
C_{ps}	Пестроцветная свита. Глинистые доломиты, мергели пестроцветные; доломиты серые (60 - 95 м)
$V_1 - C_{ujd}$	Юдомская серия. Усть-юдомская свита. Доломиты, прослои микрофитолитовых, глинистых доломитов, мергелей. В основании пачка (0 - 47 м) песчаных доломитов, кварцевых песчаников; линзы гравелитов, конгломератов (180 - 280 м)
$\gamma PR' k$ / $\epsilon \gamma PR' k$ / $\rho PR' k?$	Мигматит-плутоны гранитов; массивы умереннощелочных гранитов; жилы пегматитов
$\rho \gamma AR_1?$	Мигматит-плутоны плагиогранитов
	Расположение территории исследования

Рисунок 2.10. Условные обозначения к геологической карте [30]

2.5 Тектоника

Геологические структуры (структурные этажи) которые были выделены из этапов геологического развития территории:

- Структуры раннедокембрийского кристаллического фундамента

(нижний (I-ый) структурный этаж);

- Платформенные структуры (II-й структурный этаж);

- Структуры мезозойской тектономагматической активизации (III-й структурный этаж);

- Структуры неотектонической активизации (верхний (IV-ый) структурный этаж).

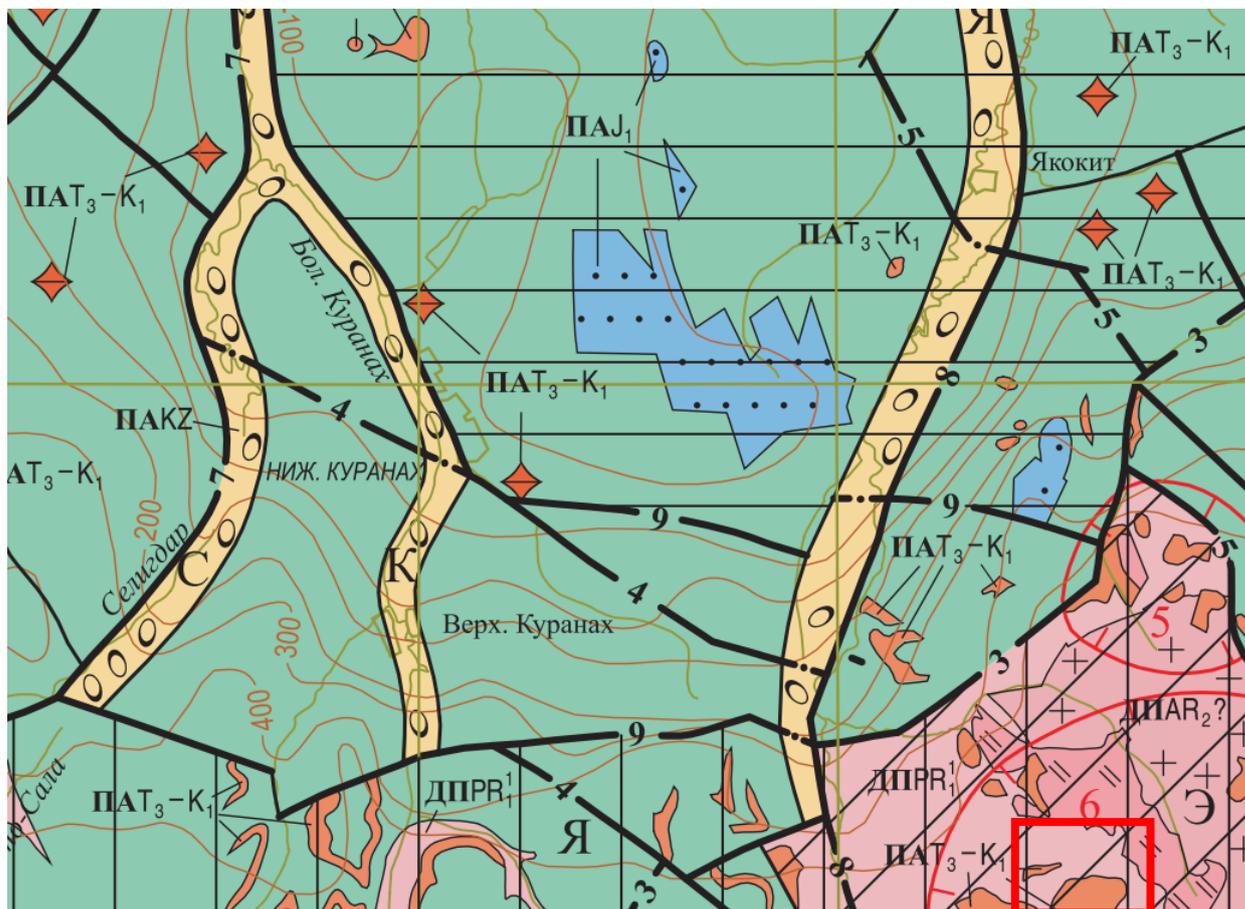
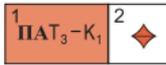
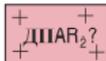


Рисунок 2.11. Тектоническая схема [30]

Геодинамические комплексы Структурные ярусы, этажи (возраст формаций)	Эпиplatformенной активизации	Platformенные	Доплатформенные
	ПА	П	ДП
Кайнозойский (KZ)	 глинисто-песчано-конгломератовая		
Мезозойский (MZ)	  1 Щелочносиенит-щелочногранитовая, щелочнопикритовая, монзонит-сиенит-гранитовая, фергусит-щелочносиенитовая, лейцитит-щелочнотрахитовая (1 - массивы магматических пород, 2 - диатремы) 2		
Позднепротерозойско-палеозойский (PR ₂ -PZ)		 известняковая, мергельная, мергельно-доломитовая, доломитовая	
Раннеархейско-раннепротерозойский (AR ₁ -PR ₁)		мрамор-сланцевая кварцито-гнейсовая	     гранит-мигматитовая плагиогранитовая

 Расположение территории исследования

Рисунок 2.12. Условные обозначения к тектонической схеме [30]

Структура раннедокембрийского кристаллического фундамента (нижний (I-ый) структурный этаж)

Структурный каркас нижнего этажа был образован раннеархейскими глубоко метаморфизованными и сложнодислоцированными супракрустальными породами верхнеалданской и федоровской серий. Древнейшие ультраметагенные и интрузивные породы которые играют важную роль [36].

Основными разломами древнего (раннего докембрия) фундамента являются следующие разломы: Эмельджакский, Юхухтинский, Томмотский, Хатыстырский и Северо-Алданский. Раннедокембрийские разломы обнаружены на дневной поверхности в пределах Эльконского горста. Они

отмечены зонами тектонитов, протерозойскими дайками метадиоритов. Разломы формируются в условиях сильных сжатий с перемещением блоков в вертикальном направлении [37]. Типы тектонитов, образующихся в этом процессе представлены милонитами, бластомилонитами, бластокатаклазитами. Полученные минеральные ассоциации (микроклин, кварц, плагиоклаз, роговая обманка, биотит, циркон, сфен, ильменит, магнетит, апатит и другие), указывают на их формирование в условиях, близких к амфиболитовой фации. Толщина отдельных слоев милонита может достигать нескольких десятков метров, а их длина в пределах 10 км.

Платформенные структуры (II-ой структурный этаж)

Образования второго структурного этажа, представленные осадочными породами венд-нижнего кембрия, с региональными различиями лежат на эродированной поверхности нижнего структурного этажа и сложены на большой площади. Слагающие породы этажа обладают простой структурой и лежат субгоризонтально на северо-северо-восток с небольшим уклоном (менее 1°).

Спокойная тектоническая обстановка во время формирования отложений была существенно нарушена только в девоне. Этот возраст можно отнести к некоторым разломам, вдоль которых в комплексе имеются единичные хаотичные долеритовые дайки.

Структуры эпиплатформенной активизации (III-ий структурный этаж)

Активизация региона, начавшаяся в позднем триасе из-за эрогенных процессов в складчатых районах, прилегающих к юго-востоку, привела к значительной перестройке существовавших в то время геологических структур. Осадочный чехол, магматогенные, боковые и разрывные структуры, объединенные в третий структурный этаж, являются структурами, образовывавшимися при активации.

Структуры неотектонической активизации (IV-ый структурный этаж)

В центральной части Куранахского грабена из-за интенсивной трещинной неотектоники и карстообразования подстилающих карбонатных

пород, нижнеюрские отложения осаждаются небольшими блоками (микрограбенами) с углами падения от 5-10 до 25°. Размеры таких блоков не должны превышать десятков и даже нескольких сотен метров.

К структурам неотектонической активизации относятся грабен-долины рек Селигдар, Большой Куранах и Якокит, содержащие рыхлые кайнозойские образования. Грабеновые долины совпадают с зонами крупных разломов, имеющих долгое геологическое развитие от венда до неогена включительно (Якутский). Грабеновую долину реки Селигдар можно проследить от устья реки Орто-Сала и до устья грабеновой долины реки Большой Куранах - от устья ручья Соснового и до устья реки, грабен - долина реки Якокит - от устья ручья Конкулах на юге и до устья реки. Протяженность грабеновых долин составляет 60 км при ширине 2 км (река Якокит). Они имеют, корытообразные поперечные и ступенчатые продольные профили. Толщина рыхлых отложений в грабеновых долинах рек Селигдар и Большой Куранах измеряется в пределах 20-60 м и может достигать 80-110 м на некоторых частях грабеновой долины реки Якокит.

Кайнозойские разломы обнаружены на водоразделе рек Якокит и Селигдар, где они выражены крутыми до вертикальных стен микрограбеновыми уступами, усложняющимися карстовые впадины. Большинство из них осадочные, что фиксируется резкими изменениями толщины (около 5-20 м) рыхлых кайнозойских образований, служащих карстовыми полостями [34].

2.6 Гидрогеологические условия

Исследуемый район является частью Восточно-Сибирской платформенной области гидрогеологических массивов, надпорядковой гидрогеологической структуры и артезианских бассейнов [34], присоединяющий к себе части структур I-го порядка - Алданского гидрогеологического массива и Якутского артезианского бассейна (рисунки 2.13., 2.14.). Внутри Якутского артезианского бассейна, как структуры II-го

порядка, выделяется Куранахский бассейн трещиноватых карстовых вод, совпадающий по расположению с центральной частью Куранахской грабеновой впадины.

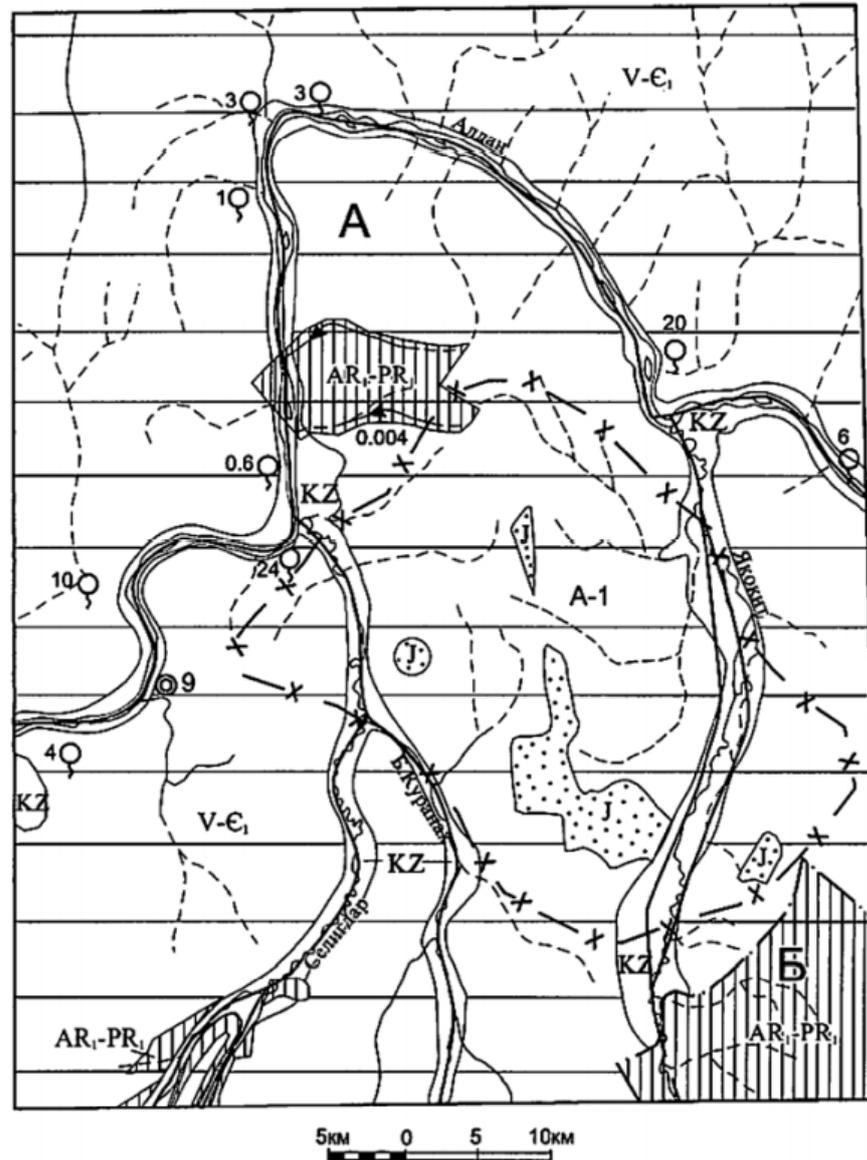
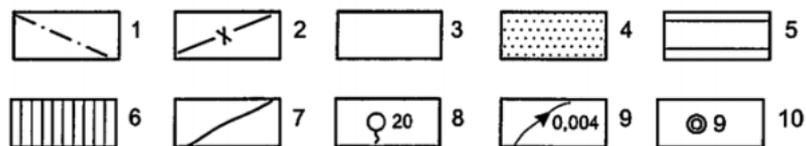


Рисунок 2.13. Гидрогеологическая схема [26]



1 – границы структур I-го порядка: Якутского артезианского бассейна (А) и Алданского гидрогеологического массива (Б); 2 – граница структуры II-го порядка – Куранахского бассейна трещинно-карстовых вод (А-1); 3-6 – водоносные комплексы: 3 – кайнозойских отложений (KZ); 4 – юрских отложений (J); 5 – вендских и нижнекембрийских отложений (V-C₁); 6 – архей-раннепротерозойских образований (AR₁-PR₁); 7 – участки разгрузки подмерзлотных вод (сквозные талики) по зонам разломов; 8 – естественные родники (цифра - дебит, л/с); 9 – наледи (цифра - расход наледиобразующего источника, м³/с); 10 – гидрогеологическая скважина и ее номер

Рисунок 2.14. Условные обозначения к гидрогеологической схеме [26]

Общие условия водности района определяются преимущественно развитием литифицированных и метаморфических пород, принадлежностью его к криолитозоне, площадным инфильтрационным питанием и, главным образом, локальным сбросом подземных вод. Основным направлением подземного стока является долина реки Алдан.

В соответствии с условиями распределения и удержания подземных вод в толщах пород с одинаковыми коллекторскими свойствами во всех структурах выделяются участки, соответствующие водоносным горизонтам:

- 1) Кайнозойский;
- 2) Юрский;
- 3) Вендский и нижнекембрийские отложения;
- 4) Архей-ранний протерозойские образования;
- 5) Мезозойские интрузивные образования.

Воды кайнозойских отложений повсеместно распространены. Элювиально-делювиальные отложения представлены различными обломочными материалами с заполнителем, общей толщиной от 2 до 10 м, в основном движение грунтовых вод осуществляется за счет стока в низменные формы рельефа, в результате чего образуются многочисленные родники, мочажины и болота, а зимой - склоновые наледи в районах распространения талых пород (в зонах разломов). Воды относятся к классу надмерзлотного типа верховодки. В зависимости от количества осадков и резкого снижения дебита в зимний период исключают эти воды для производственного и хозяйственного использования, но их можно использовать для местных нужд.

Наибольшее значение имеют воды аллювиальных отложений в долинах рек Алдан, Якокит, Селигдар, Орто-Сала и Большой Куранах. Толщина аллювиальных отложений, представленных валунно-галечным материалом с супесчаным заполнителем, составляет 10 м и более. Мощность обводненной толщи составляет от 2 до 10 м, воды безнапорные.

Разгрузка вод кайнозойских отложений осуществляется либо путем

проникновения в нижележащие трещиноватые и карстовые карбонатные породы, либо путем выклинивания в русло реки, образуя поверхностный сток или в зимний период русловые наледи. По своему химическому составу они относятся к гидрокарбонатным магниево-кальциевым с минерализацией до 0,16 г/л.

Таблица 2.7

Химический состав подземных вод [35]

Показатель	Водоносные комплексы				
	кайнозой- ских отложений	юрских отложений	венд-ниж- некембрий- ских отложений	архей-ран- непротеро- зойских образова- ний	мезозой- ских образова- ний
1. Температура воды, °С	0,7-7,0	0,1	0,5-2,0	0,4-3,5	0,4
2. Жесткость, мг-экв					
общая	0,6-4,0	2,55	0,95-5,5	0,4-0,9	0,3
карбонатная	0,6-4,0	2,55	1,3-4,05	0,35-0,55	0,2
3. Водородный показатель, рН	6,8-7,8	6,9	6,2-8,1	5,6-6,8	6,8
4. Сухой остаток, мг/л	48,03- 199,55	132,42	59,56- 395,00	21,91-74,55	25,88
5. Общая минерализация, мг/л	72,44- 306,14	213,27	94,65-509,4	32,59-97,96	31,98
6. Свободная двуокись углерода (CO ₂), мг/л	1,32-4,4	6,6	0-17,6	2,2-8,8	2,2

Воды аллювиальных отложений могут использоваться только для промышленного водоснабжения и питьевых целей из-за нестабильного режима и возможного загрязнения их поверхности.

Воды юрских отложений являются порово-трещинными с нисходящими источниками со скоростью потока до 1-3 л/сек. Водовмещающими породами комплекса, имеющими локальное развитие в Якокут-Селигдарском междуречье, представляют собой смешанно-зернистые песчаники. Трещиноватость песчаников, большое количество летних осадков (70-90% в год) их интенсивная инфильтрация способствуют образованию талых пород. Пресные воды, гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Из-за этого интерес организаций водоснабжения к водоносному комплексу небольшой.

Водоносный комплекс трещиноватых и трещиновато-жильных вод архей-раннепротерозойских образований распределен по площади выхода

пород кристаллического фундамента. Водоносные породы представляют собой трещиноватые граниты, гнейсы и кристаллические сланцы. Циркуляция подземных вод происходит только в слое годовых колебаний температур, толщина которого составляет от 12 до 24 м. Основное питание - атмосферное, а также за счет вод сезонно талого слоя на водораздельных пространствах и пологих склонах. Разгрузка этих вод происходит вдоль тектонических зон и регистрируется различными мелкими наледями, сезонно активными малодебитными источниками в заболоченных участках. Дебит скважин, вскрывающих надмерзлотные воды, составляет до 1 л/с со значительными понижениями. Дебит скважин, вскрывающих подмерзлотные напорные воды, достигает от 2 до 6 л/с при понижении до 15 м [35]. По химическому составу воды ультрапресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Из-за этого интерес организаций водоснабжения к водоносному комплексу небольшой.

Наименее распространенный водоносный комплекс мезозойских интрузий обусловлен локальным развитием. Воды в основном трещиноватые низкотемпературные (0° - 3°C). Их циркуляция осуществляется в основном через зоны дробления и через контакты с вмещающими породами. По химическому составу воды пресные хлорид-гидрокарбонатные магниевонатриевые. Они не имеют никакого практического значения.

Гидрогеологические условия территории существенно осложняются наличием мерзлых пород, как сезонных, так и многолетних (рисунки 2.15., 2.16.). Многолетнемерзлые породы, которые распространены в основном на склонах и в долинах мелких рек, препятствуют инфильтрации поверхностных вод и осадков, препятствуют дренированию, подчеркивают, а иногда и определяют, напорный характер вод. В слое многолетнемерзлых пород выделяют три типа мерзлоты [35]:

- 1) Сплошная, где средний процент талых пород составляет до 10% площади;
- 2) Прерывистая - 20%;
- 3) Островная - 50%.

Сплошной тип многолетней мерзлоты развивается выше абсолютной отметки 600 м. Наибольшие мощности установлены на Эльконском горсте, Угоянском поднятии (200- 400 м). В общем на территории преобладает островной тип мерзлоты к югу от реки Алдан и прерывистая к северу.

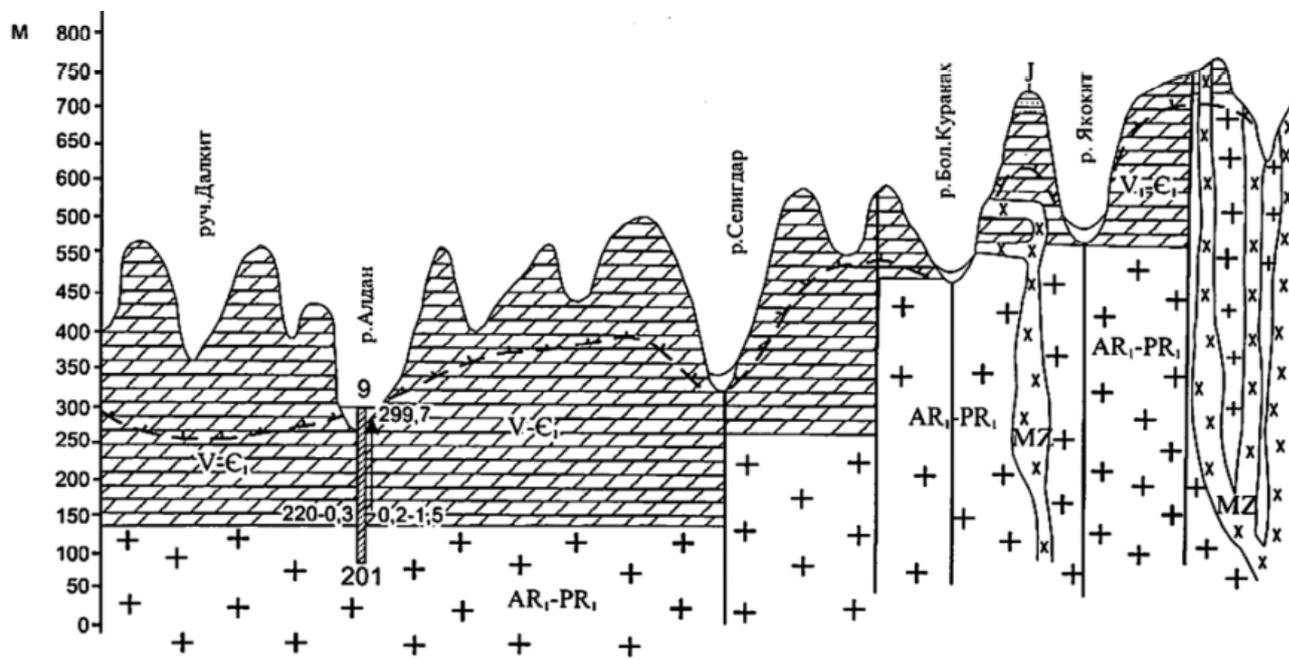


Рисунок 2.15. Обобщенный гидрогеологический разрез [30]

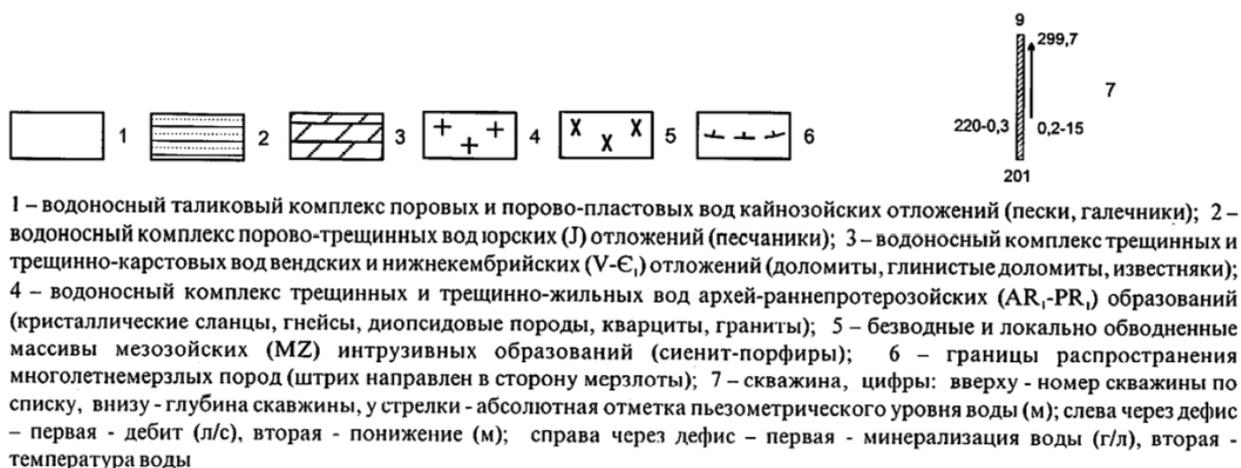


Рисунок 2.16. Условные обозначения к гидрогеологическому разрезу [30]

Наличие многолетней мерзлоты существенно влияет на условия распределения и формирования ресурсов подземных вод, а также обеспечивает их защиту от загрязнения. Подземные воды в районах непрерывного и

прерывистого развития вечной мерзлоты защищены и ограничены. Подземные воды не защищены от загрязнения в районах распространения талых вод. Области питания охватывают участки талых зон в долинах рек, на водоразделах и склонах южной экспозиции. Талые породы способствуют свободной инфильтрации атмосферных осадков в подмерзлотные горизонты, а через сквозные гидрогенные и подводно-тепловые талики, распространенные в долине реки Алдан, а также в небольших реках и ручьях, позволяют подземным водам, протекающим через мерзлые породы, разгружаться в речную сеть, образуя наледи и источники в зимнее время. Промерзание водонасыщенных пород вызывает криогенное расчленение гидрогеологического разреза, снижение его водоносности, осложнение связи подземного водообмена и ухудшение связи подземных вод с поверхностными. Повторное промерзание и протаивание существенно изменяет свойства водонасыщенных пород, увеличивая их трещиноватость и пористость. Многолетнемерзлые породы, которые являются водоупором для вод активного слоя, определяет высокую влажность сезонно оттаивающих грунтов.

Состав сезоннопромерзающих и сезоннопротаивающих слоев состоит в основном из склоновых щебнисто-глыбовых и щебнисто-дресвяных грунтов с различными заполнителями. В долинах рек эти слои включают аллювиальные галечники, пески, супеси, суглинки и торфы. Сезонное промерзание и оттаивание покрывает верхнюю часть разреза мощностью от 1 до 8,5 м. Максимальные значения сезонного таяния наблюдаются на водоразделах в высотной зоне от 450 до 520 м. Мощности рыхлых склоновых отложений не превышает 3 м, а граница оттаивания доходит до мерзлых коренных пород. Оттаивание начинается в мае и достигает максимальной глубины в середине сентября. Верхнее промерзание начинается в конце сентября - начале октября и сливается с фронтом промерзания снизу на глубине от 2,5 до 3 м в конце декабря [30].

2.7 Современные геологические процессы и явления

2.7.1 Экзогенные процессы и явления

К основным природным особенностям района, определяющим степень проявления экзогенных геологических процессов и явлений (ЭГПЯ), относятся:

- 1) Широкое распространение карбонатных пород, подверженных процессам карстообразования;
- 2) Плоскогорный, частично горный характер рельефа с преобладанием процессов денудации над осадконакоплением;
- 3) Резко континентальный климат;
- 4) Многолетнемерзлые породы.

В результате наиболее распространены склоновые (связанные с действием силы тяжести) и криогенные процессы и явления. Все ЭГПЯ можно подразделить на процессы выветривания, гравитационные, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод, криогенные, техногенные.

Суровый климат с резкими колебаниями годовых и суточных температур воздуха, наличие глубокого промерзания и оттаивания пород определяют интенсивное развитие физического и особенно морозного выветривания. Устойчивые к выветриванию породы образуют на склонах и водоразделах структурные уступы, коренные останцы [41].

Под действием гравитационных процессов образуются осыпи, оползни и курумы. Осыпи наиболее развиты на гольцах, сложенных мезозойскими магматическими породами, а также на крутых склонах, примыкающих к рекам Алдан, Селигдар, Большой Куранах и Якокит. Обладают высокой подвижностью и на них нет какой-либо растительности. Оползни небольших размеров образуются, когда крупные реки размывают высокие поймы, состоящие супесчано-суглинистыми отложениями. Вдоль стенок карьеров наблюдаются многочисленные оползни. Курумы распространены на крутых и средне крутых склонах. В их формировании наряду с гравитационными

процессами принимают участие криогенные процессы. Формы курумов очень разнообразны - это каменные поля, каменные потоки и реки. Площадь курумов достигает нескольких км², длина курумов-потоков достигает нескольких км. Курумы являются фактором, усложняющим строительство, и требуют устройства подпорных стенок, углубленных в коренные породы.

К процессам, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод, включают линейную и боковую эрозию, болота и карст. Линейная эрозия наблюдается на участках, сложенных песчано-супесчаными отложениями. Эрозия происходит вдоль колеи дорог и зимников. В то же время образуются промоины и овраги. Боковая эрозия наблюдается вдоль берегов крупных рек и приводит к эрозии и обрушению берегов вместе с растительным покровом. Болота и заболоченные земли широко распространены в долинах левых притоков реки Алдан и по рекам Селигдар и Якокит, где поверхности поймы и первой надпойменной террасы часто оказываются заболоченными. Такие участки крайне неблагоприятны для строительства.

Наиболее распространенные экзогенные геологические процессы включают карбонатный карст. Существует как древний погребенный карст, так и современный открытый. Погребенные карстовые формы расположены на междуречье Селигдар-Якокит и на правом берегу реки Якокит. Карстовые впадины имеют разнообразную морфологию и значительные размеры - до сотен метров в ширину, до 1800 м в длину и до 60 м в глубину. Они образованы рыхлыми кайнозойскими образованиями и эродированными нижнеюрскими песчаниками. Формы современного карста значительно меньше по размерам. Чаще всего это воронки диаметром до 100 м, глубиной до 10 м, с относительно крутыми стенками, четко выраженным выступом, неровным дном. Подземный карст широко распространен в долинах рек, сложенных карбонатными породами. На поверхности он проявляется в виде поноров, которые поглощают водотоки в тальвегах долин, особенно в верховьях рек и ручьев.

Криогенные процессы развиваются повсеместно и подразделяются на термокарст, морозное пучение, морозобойное трещинообразование,

солифлюкцию. Термокарстовые процессы затрагивают нижние, плоские части склонов, террас и пойм рек и ручьев, где льдистость рыхлых отложений максимальна. Неглубокое залегание ММП и связанные с ними сезонные талые воды способствуют пучению почв. В результате образуются сезонные и многолетние бугры пучения и различные типы бугристого микрорельефа - структурные грунты. Сезонные бугры пучения приурочены к днищам долин, а также к сильно заболоченным участкам в нижних частях склонов и в понижениях с густым моховым покровом. Морозобойное трещинообразование в поверхностных отложениях наиболее распространены на поверхности низких террас и в нижних частях склонов. Трещиновато-полигональные образования, сформировались в пойме реки Якокит. Солифлюкция приурочена к пологим и средне-крутым склонам и приводит к образованию «гофрированного» микрорельефа, когда вдоль склона формируется ряд небольших валов высотой примерно от 0,5 до 1,5 м.

Процессы, связанные с антропогенным воздействием на природную среду, выделяются в особую группу ЭГПЯ.

Одним из основных факторов, активизирующих ЭГПЯ, являются пожары. 80% территории когда-либо подвергались воздействию лесных пожаров. Пожары прежде всего способствуют ухудшению свойств грунтов: снижается кислотность и ухудшается тепловой режим корнеобитаемого слоя. На террасах с избыточным увлажнением и торфяными почвами после пожаров происходит прогрессивное развитие процессов переувлажнения и термокарста с появлением новых болотных биоценозов.

Распашка земель в долинах рек Алдан и Якокит вблизи населенных пунктов в всегда вызывает изменение температурного режима поверхностного слоя рыхлых отложений. Старые пахотные земли характерны самыми высокими температурами грунтов, на 2-4° выше, чем в непаханных землях. Мерзлые породы на территории пахотных земель отсутствуют или залегают на большой глубине. На новых пахотных землях глубина сезонного оттаивания увеличивается примерно через 5-8 лет. В этот период активизируются процессы

термокарста и пучения грунтов. Особенно важно в это время обеспечить осушение термокарста, пучения грунтов и сушение поверхности пахотных земель с помощью комплекса мелиоративных работ.

Так же значительные нарушения природной среды вызваны деятельностью золотодобывающих предприятий. Добыча россыпного золота велась и ведется дражным способом в долинах рек Селигдар, Орто-Сала, Большой Куранах и Якоцит, старательскими артелями в ручьях Сосновый, Сухой, Глубокий, Делбе и еще в других. Многие из месторождений разрабатывались не один раз. В долине реки Большой Куранах находятся карьер «Мощный» и прибрежный обогатительный завод. Кроме того, на районе расположены еще 3 старательские артели. Наиболее существенно изменилось дно долин рек Селигдар, Орто-Салы и Большой Куранах. Здесь полностью переформированы русла рек и пойменные поверхности, полностью изменена ситуация с многолетней мерзлотой и ландшафтом. Глубина дноуглубительных работ может достигать 10-13 м. Дно долин почти полностью загромождено дражными отвалами. Добыча рудного золота осуществляется открытым способом. Карьеры и отвалы вскрышных работ расположены на водоразделе рек Селигдар-Якоцит. Места добычи золота представляют собой «лунный ландшафт», где карьеры глубиной до 45 м чередуются с отвалами и терриконами высотой до 25 м. В процессе добычи рыхлые отложения, которые служат карстовыми полостями, извлекаются на полную мощность, что приводит к общему повышению температуры горного массива. Днища карьеров расположены выше уровня грунтовых вод, инфильтрация атмосферных осадков через открытые карстовые полости, помимо повышения температуры грунтов, вызывает активизацию карстово-суффозионных процессов, оползни и интенсивное оврагообразование.

Линейные сооружения, в первую очередь автомобильные и железные дороги, также участвуют в преобразовании природной среды. Строительство и эксплуатация дорог осложняются сезонным пучением грунта, эрозией и термокарстовыми просадками. Строительство железной дороги сопровождается

строительством многочисленных притрассовых карьеров, расположенных через каждые 1-3 км. Неблагоприятные последствия, возникающие при строительстве, связаны, помимо прямых нарушений природной среды, с развитием термокарста и заболачивания с верхней части насыпи, образованием наледей, эрозией. Изменение ландшафтных и геоэкологических прослеживаются в пределах пределах притрассовой полосы шириной до 1 км [30].

Выводы

При изучении инженерно-геологических условий по исследуемому району стало понятно, что Алданский район уникален по совокупности зонально-климатических, регионально-геологических и тектонических особенностей. Район характеризуется суровыми климатическими условиями вместе с осложнениями плутоно-тектонического поднятия, наличием многолетнемерзлых грунтов, особенностями рельефа и проявлением сильной сейсмической активности. Из-за чего сильно усложняется процесс проектирования, возведения и эксплуатация зданий и сооружений. Поэтому, для более детальной оценки влияния факторов инженерно-геологических условий необходимо составление карты районирования.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

3.1 Геоморфология участка

В геоморфологическом отношении участок исследования расположен на выпуклом водоразделе ручья Безымянного, на склонах пологих, средне-крутых и крутых, а также в пойме и надпойменной террасы ручья Безымянный.

Реки на территории полугорного и горного типа с узкими долинами, быстрым течением от 1 до 4 м/с и частым чередованием плесов и разломов. Зимой большая часть водотоков промерзает до дна. Сток формируется в основном из-за весеннего таяния снега и летних осадков, частично из-за многолетней мерзлоты и вод сезонно-талого слоя (СТС).

Местность представляет собой типичное расчлененное ступенчатое плато. Водоразделы слегка волнистые с абсолютными высотами в 900 м, а долины имеют глубину 800 м. Курумы развиваются на водоразделах.

Поверхность участка в основном покрыта лесом из стланика с редкой примесью лиственницы, березы и сосны, подлесок - багульник, ерник, ольха, голубичник, брусничник, черничник, покров - мохово-брусничный. Микрорельеф - мелкоизвилистый. Относительные отметки поверхности изменяются от 795.92 до 907.53 м, перепад высот составляет 111.61 м.

3.2 Геологические условия участка

Геологическое строение участка включает архейские метаморфические и интрузивные породы федоровской свиты средней подсвиты ($ARfd_2$), перекрытые покровом верхнечетвертичных и современных отложений аллювиального (aQ_{III-IV}) и элювиально-делювиального ($e-dQ_{III-IV}$) генезиса [42].

Архейские отложения федоровской свиты средней подсвиты (ARfd₂) обнажены почти повсеместно на водоразделе и склонах под четвертичными отложениями и представлены гнейсами, гранит-гнейсами и гранитами, редко кристаллическими сланцами и сиенит-порфирами от очень низкой («рухляки») до высокой прочности, плотными, зеленовато-серыми, от розовато-серого до темно-серого цвета, различной степени трещиноватости, расположение трещин хаотичная, субгоризонтальная и субвертикальная к оси керна, стенки трещин ожелезнены.

В долине и надпойменной террасе ручья Безымянный вскрыты **Аллювиальные отложения (aQ_{III-IV})**, залегающие под элювиально-делювиальными отложениями глубиной от 1,4 до 8,1 м, с обнаженной мощностью от 3,6 до 14,2 м. Отложения в основном представлены галечниковым грунтами с супесчаным заполнителем и супесями гравелистыми, реже песками гравелистыми и гравийными грунтами с супесчаным и песчаным заполнителем.

Элювиально-делювиальные отложения (e-dQ_{III-IV}) широко распространены по территории, обнажены с поверхности, в основном представлены щебенистыми и дресвяными грунтами с песчаным и супесчаным заполнителем, песками и супесями дресвяными. Обломочный материал представлен гранитами и гранито-гнейсами от низкопрочных до прочных. В седловинах и других понижениях толщи рыхлых отложений увеличивается. Мощность отложений изменяется от 0,7-4,6 м, а в понижениях до 6,8-8,2 м.

3.3 Геокриологические условия

В геокриологическом плане участок расположен в зоне островного развития многолетней мерзлоты и сложен тальми грунтами.

В зимний период грунты слоя сезонного промерзания находятся на глубине от 0,3 до 1,0 м и находились в сезонномерзлом состоянии массивной криогенной текстуры, ниже - в талом состоянии от малой степени

водонасыщения до насыщенных водой [42].

Температура грунта на глубине годовых нулевых амплитуд колеблется от 1 до 2,9° С.

Нормативная глубина сезонного промерзания составляет 6 м.

3.4. Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия характеризуются развитием грунтовых вод четвертичных и архейских отложений трещинного типа, обнаженных в западной части участка в долине ручья Безымянный и его надпойменной террасе. Уровень грунтовых вод находится на глубине до 9,1 м, что соответствует абсолютным отметкам 809,9 - 859,22 м.

Водовмещающими грунтами являются галечниковые грунты с супесчаным заполнителем и супесь гравелистая.

Питание грунтовых вод происходит в основном за счёт инфильтрации атмосферных осадков и оттаивания сезонномёрзлых грунтов, водоупором служат менее трещиноватые грунты скального массива. Разгрузка происходит в нижележащие водоносные горизонты, в места понижения рельефа, канавы и выемки.

Таблица 3.1

Перечень инженерно-геологических элементов [43]

Генезис и возраст	ИГЭ	Наименование грунтов по ГОСТ 25100-2020
Аллювиальные отложения		
aQ _{III-IV}	1	Супесь гравелистая пластичная
	2	Галечниковый грунт с супесчаным заполнителем до 26-49%
Элювиально-делювиальные отложения (специфические грунты)		
e-dQ _{III-IV}	3	Супесь дресвяная твердая
	4	Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем до 37-49%
	5	Щебенистый грунт с песчаным и супесчаным заполнителем от 9 до 37%

Скальные грунты (метаморфические и интрузивные породы средней подсвиты федоровской свиты)		
ARfd ₂	6	Гранито-гнейсовый «рухляк» сильновыветрелый до песка дресвяного, дресвяного и щебенистого грунта, с песчаным, редко супесчаным заполнителем до 24-45%
	7	Гранито-гнейс средней прочности, размягчаемый
	8	Гранито-гнейс прочный, неразмягчаемый

По химическому составу воды гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатные, хлоридно-натриевые, натриевые и магниевые с общей минерализацией 80,7 - 199,86 мг/л, агрессивны, среднеагрессивны и слабоагрессивны к бетону нормальной плотности водопроницаемости марки W4, по содержанию свободной углекислоты и по водородному показателю (PH). Коррозионная активность грунтовых вод по отношению к алюминию и свинцу – средняя и высокая, к цинку - агрессивная.

3.5 Специфические грунты

В районе исследования были обнаружены делювиально-элювиальные и элювиированные скальные грунты.

Делювиально-элювиальные и элювиированные грунты характеризуются сложными условиями залегания, высокой неоднородностью, обусловленной неоднородностью материнской породы, избирательностью процессов выветривания, разнообразием геохимических преобразований и, как следствие, повышенная изменчивость состава и свойств грунтов, наличие участков различной степени выветрелости, трещиноватости и неравномерной сжимаемости.

Делювиально-элювиальные грунты в соответствии с СП 11-105-97, часть III и СП 50-101-2004 залегающие в зоне сезонного промерзания обладают

пучинистыми свойствами. При промерзании грунты, согласно классификации, ГОСТ 25100-2020, характеризуется как слабопучинистые.

Основания, состоящие из слабопучинистых грунтов, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов увеличиваться в объеме при сезонном промерзании, которое сопровождается подъемом поверхности грунта и развитием сил морозного пучения, действующих на фундаменты и другие конструкции сооружений [44]. При последующем оттаивании слабопучинистого грунта происходит его осадка.

Элювиированные скальные грунты - гранито-гнейс - «рухляк» сильновыветрелый до дресвяного грунта с песчаным заполнителем (ИГЭ-6).

При проектировании необходимо учитывать, что элювиированные скальные грунты существенно изменяют свои прочностные и деформационные свойства в карьерах при многократном замачивании, высыхании и промерзании, а также в процессе эксплуатации из-за их выветривания.

Мощность всей открытой «рухляковой» зоны коры выветривания на исследуемом участке составляет 8 м.

При использовании специфических грунтов в качестве оснований для зданий и сооружений нужно руководствоваться требованиями СП 50-101-2004, СП 116.13330.2012, СП 25.13330.2020.

3.6 Современные экзогенные геологические процессы

3.6.1 Выветривание

Среди современных экзогенных геологических процессов, негативно влияющих на строительство, необходимо отметить выветривание и сейсмичность.

На исследуемом участке скальные грунты подвержены выветриванию. Преобладает физическое выветривание.

Процессы выветривания оказывают сильное влияние на инженерно-

геологические свойства грунтов, а также могут стать причиной возникновения и развития других процессов и явлений.

Суровый климат с резкими колебаниями годовых и суточных температур окружающей среды и наличием глубокого промерзания горных пород содействуют интенсивному развитию физического и тем более морозного выветривания. Выветриванию способствует тектоническая трещиноватость горных пород.

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

В зависимости от минералогических и структурных особенностей при выветривании коренных пород образуются глыбовые россыпи и иногда даже могут распадаться на дресву.

Современная кора выветривания имеет мощность от 2 до 20 м. В горных районах наблюдается минимальная мощность коры выветривания из-за интенсивного разрушения материала. Мощность зоны выветривания увеличивается естественно от водоразделов до дна долины, варьируясь от 10 до 20 м.

При экономическом освоении территории следует ожидать максимальной активности процессов выветривания в районах открытой добычи (карьеры, выемки, проходка канав, траншей и т.п.) полезных ископаемых.

3.6.2 Сейсмичность

Эндогенные процессы проявляются в виде землетрясений и оцениваются сейсмичностью, в соответствии с картой общего сейсмического районирования ОСР-2016, по отношению к средним грунтовым условиям [45]:

- для объектов массового строительства (карта ОСР-2016 А) - 6 баллов;
- объектов повышенной ответственности (карта ОСР-2016 В) - 6 баллов;
- для особо ответственных объектов (карта ОСР-2016 С) - 7 баллов.

Сейсмические свойства грунтов

№ ИГЭ	Характеристика грунтов	Категория грунта по сейсмическим свойствам
1	Супесь гравелистая пластичная	II
2	Галечниковый грунт с супесчаным заполнителем	I
3	Супесь дресвяная твердая	II
4	Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем	II
5	Щебенистый грунт	I
6	Гранито-гнейс «рухляк» сильновыветрелый до дресвяного грунта с песчаным заполнителем	II
7	Гранито-гнейс средней прочности размягчаемый	I
8	Гранито-гнейс прочный неразмягчаемый	I

3.7 Результаты анализа показателей свойств грунтов

В результате анализа показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами, с учётом данных о геологическом строении, литологических особенностях грунтов, в пределах площадки было выделено 8 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

ИГЭ-1

Супесь гравелистая, имеет ограниченное распространение по площади, вскрыт в долине ручья Безымянного с глубины 2,2 до 9,4 м, вскрытой мощностью 1-11,8 м. Обломочный материал представлен магматическими и метаморфическими породами средней прочности и прочными, плохой и средней степени окатанности.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,09 до 0,17 д.е., при нормативном значении 0,13 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,97 до 2,1

г/см³, при расчетном значении 2,03 г/см³ (при $\alpha = 0,85$), и 2,02 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчётная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330.2020, составляет 0,07 МПа.

Расчётное сопротивление грунта основания, согласно СП 22.13330.2016, составляет 0,35 МПа.

Грунт не засолен, обладает высокой степенью коррозионной активности по отношению к стали, свинцу и алюминию.

ИГЭ-2

Галечниковый грунт с супесчаным заполнителем до 26 - 49%, имеет ограниченное распространение по площади, вскрыт под элювиально-делювиальными отложениями с глубины 1,4 - 10,5 м, вскрытой мощностью от 1,2 до 13,6 м. Обломочный материал представлен метаморфическими и магматическими породами средней прочности и прочными плохой и средней степени окатанности.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,04 до 0,15 д.е., при нормативном значении 0,09 д.е. Плотность грунта изменяется от 2,16 до 2,28 г/см³, при расчетном значении 2,22 г/см³ (при $\alpha = 0,85$), и 2,21 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчётная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330.2020, составляет 0,07 МПа.

Расчётное сопротивление грунта основания, согласно СП 22.13330.2016, составляет 0,4 МПа.

Грунт не засолен, обладает низкой степенью коррозионной активности по отношению к стали и высокой - к свинцу и к алюминиевой оболочке.

ИГЭ-3

Супесь дресвяная коричневая, встречается практически повсеместно с поверхности, редко в толще крупнообломочных грунтов, мощность отложений

изменяется от 0,9 до 4,3м. Обломочный материал представлен гранитом, гнейсом, гранито-гнейсом, выветрелыми, мелко- и средне кристаллическими, от малопрочных до сред-ней прочности.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,05 до 0,30 д.е., при нормативном значении 0,11 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,87 до 2,14 г/см³, при расчетном значении 1,98 г/см³ (при $\alpha = 0,85$), и 1,96 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчётная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330.2020, составляет 0,04 МПа.

Расчётное сопротивление грунта основания, согласно СП 22.13330.2016, составляет 0,4 МПа.

Грунт не засолен, обладает низкой и высокой степенью коррозионной активности по отношению к стали и средней и высокой - к свинцу и высокой к алюминиевой оболочке.

ИГЭ-4

Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем от 37 до 49 %. Обломочный материал представлен гранитами и гранито-гнейсами от средне-до мелкокристаллических, от малопрочных до прочных. Грунт имеет ограниченное распространение по площади, вскрыт как с поверхности под почвенно-растительным слоем, так и с глубины 0,7 - 2,6 м, мощностью от 1,8 до 7,2 м.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,03 до 0,23 д.е., при нормативном значении 0,09 д.е. Плотность грунта изменяется от 2,07 до 2,22 г/см³, при расчетном значении 2,15 г/см³ (при $\alpha = 0,85$), и 2,14 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчётная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330.2020, составляет 0,04 МПа.

Расчётное сопротивление грунта основания, согласно СП 22.13330.2016,

составляет 0,40 МПа.

Грунт не засолен, обладает низкой степенью коррозионной активности по отношению к стали, средней - к свинцу и высокой - к алюминию.

ИГЭ-5

Щебенистый грунт с песчаным и супесчаным заполнителем до 9 - 37%, имеет практически повсеместное распространение по площади, вскрыт как с поверхности, так и с глубины 0,8 - 2,4 м, мощностью от 0,9 до 7,6 м. Обломочный материал представлен гранитом и гранито-гнейсом от мелко- до среднекристаллических, красновато-серого цвета, от средней прочности до прочных.

На период изысканий грунт находился в талом состоянии, заполнитель: песок - малой степени водонасыщения до средней степени водонасыщения, супесь - от твердой до пластичной.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,03 до 0,09 д.е., при нормативном значении 0,06 д.е. Плотность грунта изменяется от 2,17 до 2,34 г/см³, при расчетном значении 2,24 г/см³ (при $\alpha = 0,85$), и 2,23 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчётная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330.2020, составляет 0,04 МПа.

Расчётное сопротивление грунта основания, согласно СП 22.13330.2016, составляет 0,45 МПа.

Грунт не засолен, обладает низкой и высокой степенью коррозионной активности по отношению к стали средней и высокой - к свинцу и высокой - к алюминиевой оболочке.

ИГЭ-6

Гранито-гнейс-«рухляк», сильновыветрелый до песка дресвяного и дресвяного и щебенистого грунта с песчаным, редко супесчаным заполнителем до 24 - 45%. Грунт имеет ограниченное распространение по площади, вскрыт в кровле скального массива с глубины 1,8 - 14,2 м, вскрытой мощностью от 0,8

до 8 м.

Естественная влажность грунта изменяется от 0,02 д.е. до 0,13 д.е., при нормативном значении 0,06 д.е. Плотность грунта изменяется от 2 до 2,32 г/см³, при расчетном значении 2,09 г/см³ (при $\alpha = 0,85$), и 2,07 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

При промерзании грунт обладает пучинистыми свойствами. Расчетная удельная сила морозного пучения, согласно СП 25.13330.2020, составляет 0,04 МПа.

Расчетное сопротивление грунта основания, согласно СП 22.13330.2016, составляет 0,4 МПа.

ИГЭ-7

Гранито-гнейс средней прочности, в основном среднекристаллический, реже - крупнокристаллический, сильнотрещиноватый, трещины ориентированы как хаотично, так и субгоризонтально и субвертикально к оси керна, редко под углом от 40 до 45°, стенки трещин ожелезнены, изредка выполнены супесчаным и песчаным материалом. Грунт имеет ограниченное распространение по площади, вскрыт с глубины 1,1 - 9,2 м, вскрытой мощностью от 0,9 до 5,8 м.

Плотность грунта изменяется от 2,58 до 3,1 г/см³, при расчетном значении 2,72 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

Временное сопротивление грунта одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии изменяется от 29,3 до 49,5 МПа, при расчетном значении 36,42 МПа (при $\alpha = 0,95$).

По коэффициенту размягчаемости равному 0,74, грунт размягчаемый.

ИГЭ-8

Гранито-гнейс прочный зеленовато-коричневый, розовато-серый, серый, красновато-серый и темно-серый, в основном среднекристаллический, реже - мелко- и крупнокристаллический, сильнотрещиноватый, трещины в основном ориентированы субгоризонтально и субвертикально к оси керна, реже - хаотично, стенки трещин ожелезнены. Грунт вскрыт практически повсеместно по площади с глубины 0,7 - 10,8 м, вскрытой мощностью от 1 до 6,7 м.

Плотность грунта изменяется от 2,56 до 2,88 г/см³, при расчётном значении 2,69 г/см³ (при $\alpha = 0,95$).

Временное сопротивление грунта одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии изменяется от 51 до 118 МПа, при расчётном значении 75,91 МПа (при $\alpha = 0,95$).

По коэффициенту размягчаемости равному 0,82, грунт неразмягчаемый.

По результатам лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов составлены сводные ведомости по выделенным ИГЭ (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Нормативные и расчётные показатели физико-механических свойств
ИГЭ-7 и ИГЭ-8

№ ИГЭ	Наименование ИГЭ	Статистические показатели	Плотность грунта, г/см ³	Водопоглощение, д.е.	Временное сопротивление сжатию, МПа		Коэффициент размягчаемости
					в сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии	
7	Гранитогнейс средней прочности	Инт.	2,58 - 3,10	0,002 - 0,014	38,5 - 68,2	29,3 - 49,5	0,68 - 0,83
		n	13	13	13	13	13
		X _n	2,80	0,006	54	39,8	0,74
		γ	0,162			7,269	
		v	0,058			0,182	
		расч. α=0,95	2,72			36,42	
8	Гранитогнейс прочный	Инт.	2,58 - 2,88	0,001 - 0,011	65,4 - 139,9	51 - 118	0,72 - 0,93
		n	29	30	30	30	30
		X _n	2,72	0,003	100,3	82	0,82
		γ	0,09			19,468	
		v	0,033			0,237	
		расч. α=0,95	2,69			75,91	

где, Инт. - интервал значений характеристики;

n - количество определений;

X_n - нормативное значение характеристики;

γ - среднеквадратическое отклонение;

v - коэффициент вариации;

расч. α=0,95 - расчетное значение при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

Результаты определения объемной массы и водонепроницаемости грунтов приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Результаты определения объемной массы скелета и водонепроницаемости грунтов

№ п/п	Наименование и № выработки	Глубина отбора проб, м	Объемная масса		Коэффициент фильтрации, м/с		Наименование грунта (заполнитель)
			в рыхлом состоянии	в плотном состоянии	в рыхлом состоянии	в плотном состоянии	
1	скв-4	1,2-1,4	1,38	1,63	0,17	0,12	песок (заполнитель)
2	скв-5	0,3-0,5	1,31	1,52	0,67	0,29	песок (заполнитель)
3	скв-6	1,5-1,7	1,45	1,71	0,49	0,20	песок (заполнитель)
4	скв-16	0,5-0,7	1,20	1,42	1,75	0,27	супесь дресвяная
5	скв-19	4,0-4,2	1,36	1,60	0,32	0,19	песок (заполнитель)
6	скв-21	0,6-0,8	1,50	1,59	0,90	0,28	супесь дресвяная
7	скв-23	1,8-2,0	1,35	1,46	2,08	0,98	песок (заполнитель)
8	скв-25	2,0-2,2	1,32	1,53	1,77	0,77	песок (заполнитель)
9	скв-27	4,0-4,2	1,67	1,76	0,95	0,59	песок дресвяный
10	скв-36	5,3-5,5	1,38	1,71	0,16	0,06	песок гравелистый
11	скв-38	2,8-3,0	1,38	1,66	0,08	0,04	супесь дресвяная
12	скв-40	1,1-1,2	1,23	1,47	0,95	0,25	супесь дресвяная
13	скв-41	4,8-5,0	1,3	1,64	0,23	0,12	супесь (заполнитель)
14	скв-42	4,0-4,2	1,21	1,44	1,49	0,39	супесь дресвяная

Содержание водорастворимых солей в грунтах, коррозионная активность грунтов по отношению к стали, свинцу и алюминиевой оболочке приведены в таблица 3.5-3.6.

Таблица 3.5

Результаты определения содержания водорастворимых солей в грунтах

№ п/п	Наименование и № выработки	Глубина отбора проб, м	Общая минерализация, %	Степень засоленности	Наименование грунта (заполнитель)
1	скв-2	0,3-0,5	0,004	не засоленный	песок (заполнитель)

Продолжение таблицы 3.5

2	скв-3	1,6-1,9	0,002	не засоленный	песок (заполнитель)
3	скв-6	0,6-0,8	0,002	не засоленный	песок (заполнитель)
4	скв-8	1,0-1,2	0,002	не засоленный	песок (заполнитель)
5	скв-15	0,5-0,7	0,002	не засоленный	супесь дресвяная
6	скв-18	0,4-0,6	0,004	не засоленный	супесь (заполнитель)
7	скв-20	0,5-0,7	0,002	не засоленный	супесь дресвяная
8	скв-21	0,6-0,8	0,002	не засоленный	супесь дресвяная
9	скв-21	3,3-3,5	0,006	не засоленный	супесь гравелистая
10	скв-23	3,3-3,5	0,002	не засоленный	супесь (заполнитель)
11	скв-24	0,6-0,8	0,004	не засоленный	супесь дресвяная
12	скв-26	0,4-0,6	0,008	не засоленный	супесь дресвяная
13	скв-29	4,2-4,4	0,002	не засоленный	супесь (заполнитель)
14	скв-40	0,3-0,5	0,002	не засоленный	песок (заполнитель)
15	скв-40	1,1-1,2	0,002	не засоленный	супесь дресвяная
16	скв-41	2,8-3,0	0,008	не засоленный	песок гравелистый
17	скв-41	1,8-2,0	0,004	не засоленный	супесь (заполнитель)

Таблица 3.6

Результаты определения коррозионной активности грунтов по потере массы
стальных образцов

№ п\п	Наименование и № выработки	Глубина отбора проб, м	ρ , ом.м.	Степень коррозионной активности	Наименование грунта (заполнитель)
1	скв-2	0,3-0,5	0	высокая	песок (заполнитель)
2	скв-3	1,6-1,9	249,12	низкая	песок (заполнитель)
3	скв-6	0,6-0,8	229,32	низкая	песок (заполнитель)
4	скв-8	1,0-1,2	264,24	низкая	песок (заполнитель)
5	скв-15	0,5-0,7	128,16	низкая	супесь дресвяная
6	скв-18	0,4-0,6	164,52	низкая	супесь (заполнитель)
7	скв-20	0,5-0,7	0	высокая	супесь дресвяная
8	скв-21	0,6-0,8	0	высокая	супесь дресвяная
9	скв-21	3,3-3,5	0	высокая	супесь гравелистая
10	скв-23	3,3-3,5	200,16	низкая	супесь (заполнитель)

Продолжение таблицы 3.6

11	скв-24	0,6-0,8	0	высокая	супесь дресвяная
12	скв-26	0,4-0,6	0	высокая	супесь дресвяная
13	скв-29	4,2-4,4	142,2	низкая	супесь (заполнитель)
14	скв-40	0,3-0,5	0	высокая	песок (заполнитель)
15	скв-40	1,1-1,2	0	высокая	супесь дресвяная
16	скв-41	2,8-3,0	0	высокая	песок гравелистый
17	скв-41	1,8-2,0	239,04	низкая	супесь (заполнитель)

Таблица 3.7

Результаты определения коррозионной активности грунтов по отношению к
свинцу

№ п/п	Наименование и № выработки	Глубина, м	Количество органических веществ, %	Количество нитратов, %	pH	Степень коррозионной активности	Наименование грунта (заполнитель)
1	скв-2	0,3-0,5	0.0243	0.0013	7.4	высокая	песок (заполнитель)
2	скв-3	1,6-1,9	0.015	0.0013	7.5	средняя	песок (заполнитель)
3	скв-6	0,6-0,8	0.0134	0.0014	7.5	средняя	песок (заполнитель)
4	скв-8	1,0-1,2	0.0212	0.0013	7.5	высокая	песок (заполнитель)
5	скв-15	0,5-0,7	0.0212	0.0014	7.6	высокая	супесь дресвяная
6	скв-18	0,4-0,6	0.0160	0.0014	7.4	средняя	супесь (заполнитель)
7	скв-20	0,5-0,7	0.0114	0.0013	7.4	средняя	супесь дресвяная
8	скв-21	0,6-0,8	0.0212	0.0013	7.5	высокая	супесь дресвяная
9	скв-21	3,3-3,5	0.0320	0.0014	5.6	высокая	супесь гравелистая
10	скв-23	3,3-3,5	0.0165	0.0014	7.5	средняя	супесь (заполнитель)
11	скв-24	0,6-0,8	0.0227	0.0013	7.3	высокая	супесь дресвяная
12	скв-26	0,4-0,6	0.0243	0.0013	7.7	высокая	супесь дресвяная
13	скв-29	4,2-4,4	0.0522	0.0014	6.4	высокая	супесь (заполнитель)
14	скв-40	0,3-0,5	0.0108	0.0014	7.2	средняя	песок (заполнитель)
15	скв-40	1,1-1,2	0.0108	0.0013	7.4	средняя	супесь дресвяная
16	скв-41	2,8-3,0	0.0341	0.0014	6.6	высокая	песок гравелистый
17	скв-41	1,8-2,0	0.0341	0.0014	5.2	высокая	супесь(заполнитель)

**Результаты определения коррозионной активности грунтов по отношению к
алюминиевой оболочке.**

№ п\п	Наименование и № выработки	Глубина отбора проб, м	Водородный показатель, рН	Содержание от веса воздушно-сухой пробы		Степень коррозионной активности
				хлор-ионов	ионов железа	
1	скв-2	0,3-0,5	7,4	0,0224	отсутствует	высокая
2	скв-3	1,6-1,9	7,5	0,0142	отсутствует	высокая
3	скв-6	0,6-0,8	7,5	0,0170	отсутствует	высокая
4	скв-8	1,0-1,2	7,5	0,0163	отсутствует	высокая
5	скв-15	0,5-0,7	7,6	0,0163	отсутствует	высокая
6	скв-18	0,4-0,6	7,4	0,0174	отсутствует	высокая
7	скв-20	0,5-0,7	7,4	0,0149	отсутствует	высокая
8	скв-21	0,6-0,8	7,5	0,0114	отсутствует	высокая
9	скв-21	3,3-3,5	5,6	0,0164	отсутствует	высокая
10	скв-23	3,3-3,5	7,5	0,0160	отсутствует	высокая
11	скв-24	0,6-0,8	7,3	0,0199	отсутствует	высокая
12	скв-26	0,4-0,6	7,7	0,0124	отсутствует	высокая
13	скв-29	4,2-4,4	6,4	0,0160	отсутствует	высокая
14	скв-40	0,3-0,5	7,2	0,0142	отсутствует	высокая
15	скв-40	1,1-1,2	7,4	0,0135	отсутствует	высокая
16	скв-41	2,8-3,0	6,6	0,0164	отсутствует	высокая
17	скв-41	1,8-2,0	5,2	0,0178	отсутствует	высокая

3.8 Карта районирования

Карта инженерно-геокриологического районирования (рис. 3.1) составлена на основе общего инженерно-геокриологического районирования с выделением регионов (по структурно-тектоническому признаку), области внутри региона (по геоморфологическим признакам), районов внутри области (по типу геокриологических условий), участков и зон внутри района (по одному из характерных для данной территории факторов) [47].

К карте инженерно-геокриологического районирования прилагается таблица, описывающая характеристик выбранных таксономических единиц.

Выделение таксонов при построении карты геокриологического районирования по степени сложности территории для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов приведена в таблице И.2 СП 493.1325800.2020 [47].

Следуя СП 493.1325800.2020 были выделены следующие таксоны при построении карты геокриологического районирования по степени сложности территории для строительства.

Зеленым индексом обозначены наименее сложные территории. Плоские поверхности водоразделов и террас со сплошным распространением многолетнемерзлых грунтов, углами наклона от 0 до 5° и глубиной сезонного протаивания и промерзания до 3 - 3,5 м. Геологическая среда устойчива. Активизация процессов маловероятна, свойства геологической среды практически не изменяются, поверхность не деформируется и инженерных мероприятий для поддержания территории не требуется.

Желтым индексом обозначены на карте относительно сложные территории. Склоны и поймы реки со сплошным распространением многолетнемерзлых грунтов, с углами наклона от 6 до 15° и глубиной сезонного протаивания и промерзания до 3 - 3,5 м. Геологическая среда относительно устойчива. Возможна возникновение или активизация геокриологических процессов, свойства геологической среды изменяются обратимо и можно управлять геокриологическими процессами путем стандартных инженерных приемов.

Красным индексом обозначены на карте наиболее сложные территории. Склоны со сплошным распространением многолетнемерзлых грунтов, с углами наклона более 15° и глубиной сезонного протаивания и промерзания до 3 - 3,5 м. Геологическая среда нестабильна. Геокриологические процессы развиваются, среда необратимо изменяется, управление геокриологическими процессами нецелесообразно и экономически невыгодно.

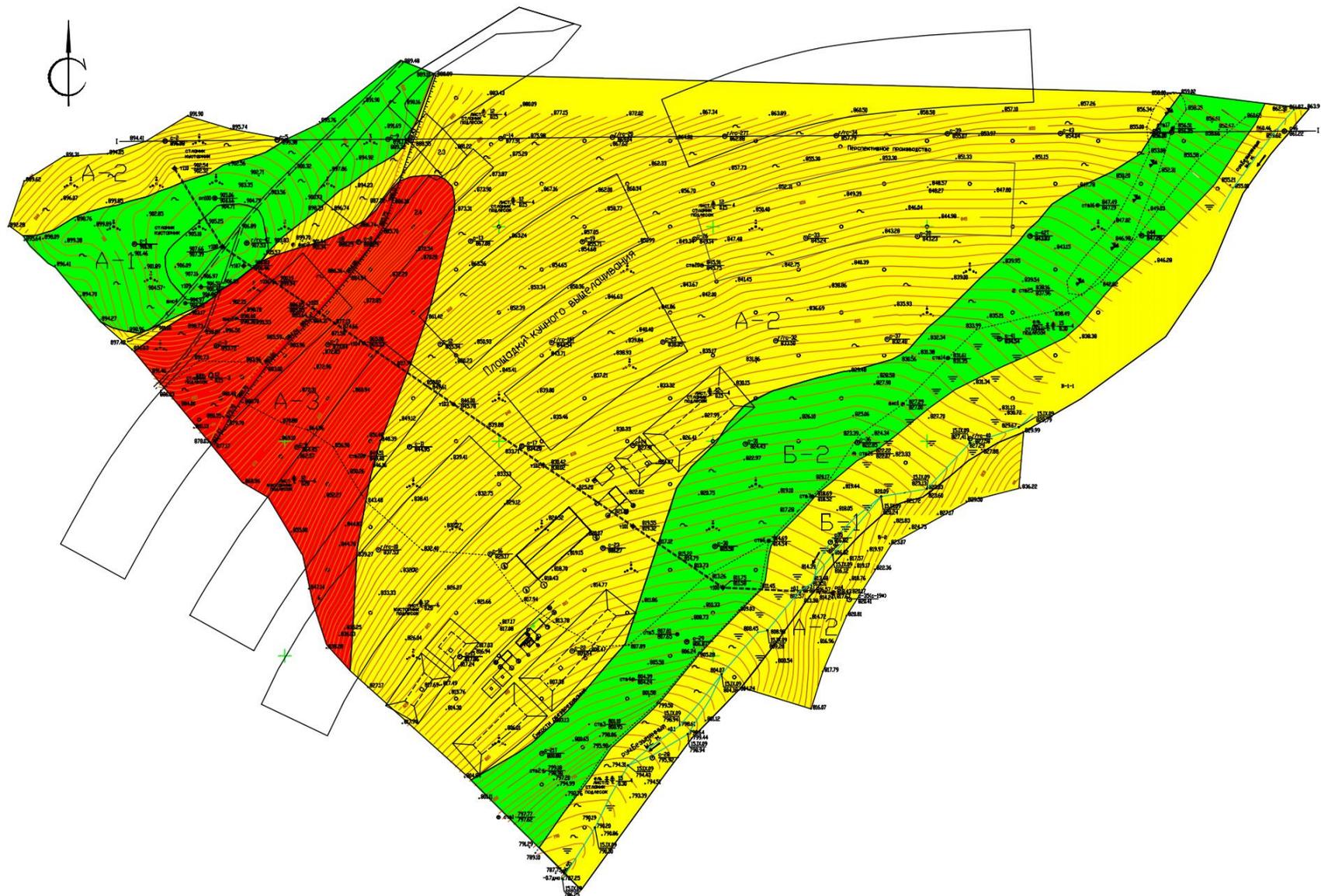


Рисунок 3.1. Карта геокриологического районирования

Таблица 3.9

Экспликация к карте геокриологического районирования

Область (тектоническое строение)	Район (геоморфологический элемент)	Участок (угол наклона, град)	Индекс	Четвертичные отложения	Коренные породы	Глубина сезонного протаивания и промерзания	УГВ, м	Геологические процессы	Растительность
Алданский щит. Предгольцовое надгорье	Склоны	0-5	A-1	d Q IV Щебенистый грунт с песчаным заполнителем 20-25%. Мощность 1,4м.	AR (Медведевская свита) Гнейс, гранит, кристаллосланец.	до 3-3,5м	-	Морозное пучение крупнообломочного материала.	Единичные горелые лиственницы, средней густоты горелый стланик (склон западной экспозиции), редкий лиственнично-березовый лес, густой стланик, ерник, ольха (склон северо-восточной экспозиции). Покров мохово-брусничный
		6-15	A-2	d Q IV Щебенистый грунт с песчаным заполнителем. Мощность 0,7-7,0м.	AR (Медведевская свита) Гнейс, гранит, гранито-гнейс кристаллосланец.	до 3-3,5м	4	Морозное пучение крупнообломочного материала. 25% поверхности склона поражено курумами, (в основном - задернованы).	Редкий березовый лес, средней густоты кедровый стланик с сухостоем, ерник, ольха (склон северо-западной экспозиции). Лиственничный лес от редкого до Густого, кедровый стланик, ольха, береза (склон юго-восточной экспозиции). Покров мохово-брусничный.
		>15	A-3	d Q IV Щебенистый грунт с песчаным заполнителем 20-25%. Мощность 2,0м.	AR (Медведевская свита) Гнейс, гранит, гранито-гнейс кристаллосланец.	до 3-3,5м	-	Морозное пучение крупнообломочного материала. До 30% поверхности склона поражено курумами, в основном задернованы.	От густого до средней густоты березово-лиственничный лес, густой стланик. Покров мохово-брусничный.

Продолжение таблицы 3.9

	Пойма	0- 5	Б-1	d Q IV Валунно-галечниковый грунт с песчаным заполнителем, гравийный грунт, песок с галькой. Мощность 8,4-15,0м	AR (Медведевская свита) Гнейс, гранит, гранито-гнейс кристаллосланец.	до 3	2	Морозное пучение крупнообломочного материала, местность слабо заболочена.	Густой смешанный лес представленный березой, елью и лиственницей, густой кедровый стланик, ерник, ольха. Покров мохово-брусничный.
	Надпойменная терраса	0-5	Б-2	d Q IV Супесь со щебнем, песок со щебнем. Мощности 2,5-8,0м. а Q III-IV Супесь с галькой, песок с галькой. Мощности 5,5-7,0	AR Медведевская свита) Гнейс, гранит, гранито-гнейс кристаллосланец.	до 3	3-8	Морозное пучение крупнообломочного материала, центральная часть слабо заболочена, в северной части выделена полоса курумника.	Средней густоты елово-лиственничный лес, густой кедровый стланик, ерник. Покров мохово-брусничный.

Самыми важными условиями для построения карты геокриологического районирования стали углы наклона участков и выбор наиболее подходящих ИГЭ под строительство зданий и сооружений, т.к. по остальным условиям на площади исследуемой территории мало отличаются.

3.9 Рекомендации

- Использовать грунты ИГЭ-7 и ИГЭ-8 (гранито-гнейсы средней прочности и прочные) в качестве оснований под фундаменты;
- Обеспечить антикоррозионную защиту металлических конструкций и изолировать силовые кабели бетонные сооружения от воздействия грунтовых вод;
- Принять во внимание, что грунты ИГЭ-1, ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4, ИГЭ-5 и ИГЭ-6 при промерзании имеют пучинистые свойства;
- Обязательно учитывать, что грунты в ослабленных зонах полностью исключить из работы основания не представляется возможным, из-за чего следует принять некоторые конструктивные мероприятия по минимизации или исключению неравномерной осадки зданий и сооружений;
- Предусмотреть мероприятия по охране окружающей среды территории.

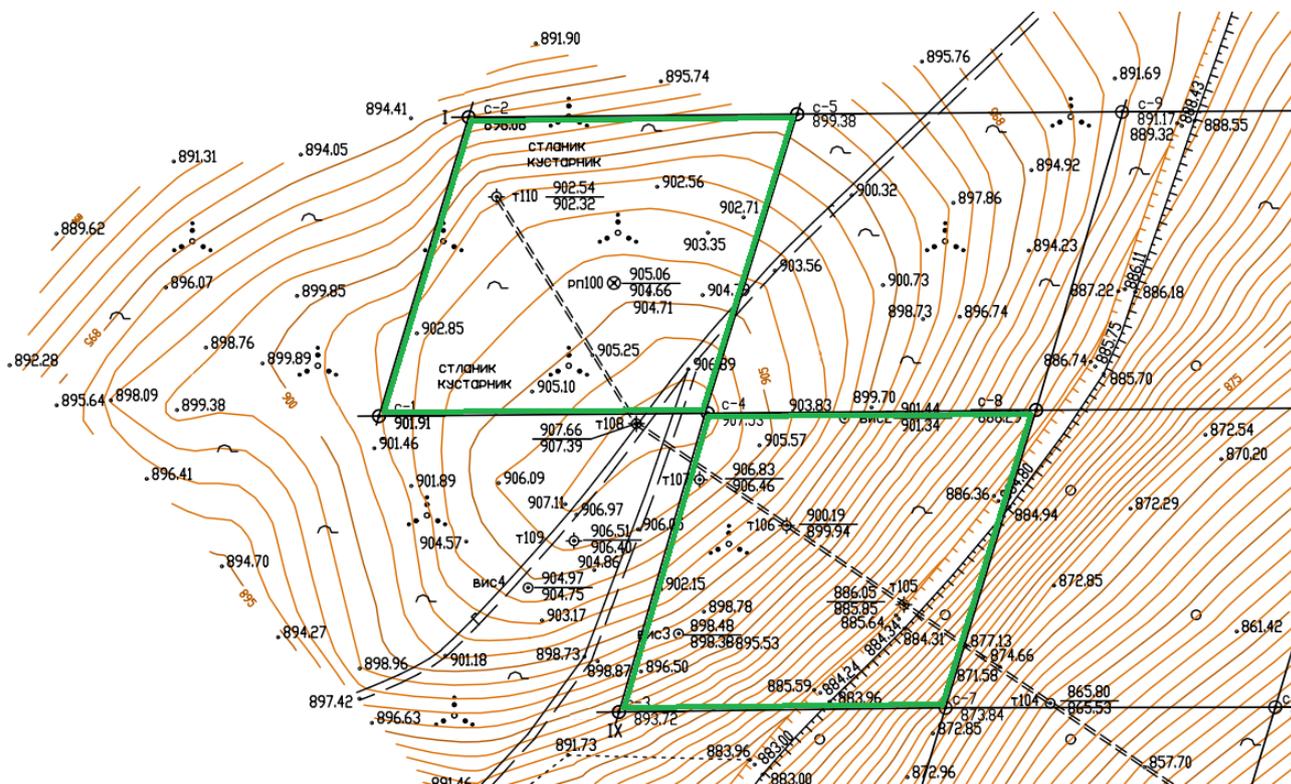


Рисунок 3.2. Схема наиболее благоприятного места под строительство

Выводы

Составленная карта районирования и схема наиболее благоприятного места под строительство предоставит выбор выгодного расположения площадки строительства, минимизацию экономических затрат на фундамент, эффективную эксплуатацию объектов и избежание возведения морозного пучения грунтов на здания и сооружения.

ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Выпускная квалификационная работа содержит информацию об инженерно-геологическом районировании территории опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания на месторождении «Лунное» в Алданском районе Республики Саха (Якутия).

Проведён сбор и обработка результатов инженерных изысканий, а также районирование исследуемой территории.

Применяется данная работа в инженерной геологии на этапе камеральной обработки материалов и предполевой период для упрощения разных задач.

Пользователями информации из данной работы являются инженер-геологи камерального отдела, а также возможными пользователи могут является инженеры-проектировщики и маркшейдеры в области добычи полезных ископаемых.

Данная работа по геокриологическому районированию относится к камеральному этапу инженерно-геологических изысканий, пред полевым периодом, поэтому в части «социальная ответственность» нужно включить полевой период для рассмотрения экологической безопасности.

Объект данной ВКР (геокриологическое районирование) относится к камеральному этапу инженерно-геологических изысканий. Однако данные для расчетов получают на полевом и лабораторном этапе. Поэтому для раздела «Социальная ответственность» добавлен полевой (в части экологической безопасности) и камеральный этап.

Реализация методики геокриологического районирования позволит вести строительство сооружений более безопасно в экологическом и социальном плане. Этим фактом объясняется актуальность работы.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Район исследования находится в условиях крайнего севера, поэтому согласно трудовому кодексу Российской Федерации нужно обеспечивать приемлемый режим труда и отдыха, который касается всех работников, связанных спецификой их труда, в первую очередь работающих с повышенными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками, в условиях монотонности и с воздействием опасных и вредных производственных факторов [48,49].

1) Организационные мероприятия при выполнении полевых работ

Весь выполняемый труд должен производиться согласно правилам, инструкциям и планам мероприятий полевой группы.

Перед началом работ должен производиться вводный инструктаж, где рассказываются правила техники безопасности и условия проведения изыскательских работ в полевых условиях. Данный инструктаж производится заместителем главного инженера по технике безопасности, проверка знаний оценивается специальной комиссией.

Так же с полевой группой производится инструктаж по пожарной безопасности. Комиссия должна проверить работников до того, как они отправятся, подтверждение о готовности заверяется специальным актом.

2) Организационные мероприятия при выполнении камеральных работ

Высота рабочей поверхности стола при нерегулируемой высоте должна составлять 725 мм.

Дисплей на рабочем месте должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову.

Дисплей на рабочем месте должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60° [60].

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии от 100 до 300 мм от переднего края, обращенного к оператору, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы [60].

Рабочий стол может быть любой конструкции и должен отвечать современным требованиям эргономики и позволять удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы [61].

Освещенность рабочего места оператора на рабочем столе в горизонтальной плоскости от общего искусственного освещения должна быть от 300 до 500 лк [60].

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Геокриологическое районирование не является чем-то, что будет создавать вредные и опасные факторы при выполнении работ во всех этапах.

Таблица 4.1

Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Камеральны й	Полевой	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	-	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. РД 52.88.699-2008 Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений [53].

Продолжение таблицы 4.1

2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	-	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [56].
3. Физические перегрузки организма работающего	-	+	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [58].
4. Нервно-психические перегрузки	+	+	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [12].

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

1) Отклонение показателей микроклимата

Нормальный микроклимат в помещении является одним из необходимых условий для нормальной работы сотрудника. Он оказывает существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Добиться оптимального комфорта возможно с помощью отопления и вентиляции, что может улучшить климат в помещении.

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 СП 60.13330.2010. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 4.2 [52].

Таблица 4.2

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [55]

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
-------------	---	-------------------------	------------------------------	------------------------------------	--------------------------------

Продолжение таблицы 4.2

Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-ми часовой рабочей смены, которые способствуют нормальному рабочему состоянию человека.

Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

В таблице 4.3 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [52].

Таблица 4.3

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [55]

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более

Продолжение таблицы 4.3

Холодный	Ia (до 139)	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19 - 26 14 - 23	15 - 75 15 - 75	0,1 0,2	0,1 0,4
	IIб (233 - 290)	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0				
Теплый	Ia (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	20 - 29 15 - 28	15 - 75 15 - 75	0,1 0,2	0,2 0,5
	IIб (233 - 290)	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0				

К категории *Ia* относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением [53].

К категории *IIб* относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением [53].

2) Отсутствие или недостаток естественного света, искусственного света

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением. Естественное освещение в современных помещениях достаточно редко отходит от норм, но в случае каких-либо отклонений все регулируется согласно всеобщим межотраслевым документом, содержащим нормы естественного и искусственного освещения предприятий, является СП 52.13330.2016.

Эффективное решение проблемы компенсации отсутствия естественного освещения достигается за счет применения современных светодиодных осветительных систем. Но если имеется возможность создать проемы для обеспечения естественного освещения, ее нужно обязательно использовать.

Согласно СП 52.13330.2016 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать слепоту или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Согласно действующим Строительным нормам и правилам для

искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого - коэффициент естественной освещённости (КЕО) (таблица 4.4).

Таблица 4.4

Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения [56]

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 , %		Освещенность, 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 Экран дисплея: В-1	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200

Освещенность должна составлять 500 лк, что соответствует IV разряду (средней точности) зрительных работ при $КЕО = 1,5 \%$.

Расчет общего равномерного искусственного освещения по методу светового потока

Дано:

Помещение длиной $A=10$ м, шириной $B=8$ м, высотой $H=4$ м;

Необходимая освещенность $E_n = 500$ лк;

Уровень рабочей поверхности над полом составляет $h_{pn} = 0,8$ м.

Световой поток ламп светильника определяется по формуле:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ лм}$$

где,

E_n - нормируемая минимальная освещённость, лк;

S - площадь освещаемого помещения, м^2 ;

K_z - коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников, при малом выделении пыли $K_z = 1,5$;

Z - коэффициент неравномерности освещения или минимальной освещенности, отношение $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$. $E_{\text{ср}}$ определяют по СП 52.13330.2016, а $E_{\text{мин}}$ (наименьшее значение освещенности в помещении). Согласно п. 7.9 СНиП 23-05-95*, значение составляет менее 1,5 для работ IV-VII разрядов в случае применения люминесцентных ламп $Z=1,1$;

n - число ламп в помещении;

η - коэффициент использования светового потока, %.

Стены в помещении свежепобеленные с окнами без штор, значит коэффициент отражения поверхности стен ($\rho_{\text{ст}}$) будет равен 50%. Поверхность потолка свежепобеленная, поэтому коэффициент отражения поверхности потолка (ρ_n) будет равна 70%.

Выбираем люминесцентный светильник без защитной решётки типа ОД-2-40 длиной $l_{\text{св}}=1,23 \text{ м}$, $\lambda=1,4$.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_{\text{рп}} = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,4 \cdot 3,2 = 4,5 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = 1,5 \text{ м}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников

в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{8 - \frac{2}{3}4,5}{4,5} + 1 \approx 2$$
$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{10 - \frac{2}{3}4,5}{1,23 + 0,5} \approx 4$$

Размещаем светильники в 2 ряда. В каждом ряду можно установить 4 светильника типа ОД-2-40 мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Так как в каждом светильнике установлено по 2 лампы, общее число ламп в помещении будет равно 16 шт.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{3,2 \cdot (10 + 8)} = 1,389$$

Учитывая ρ_c , ρ_n , i определяем значение коэффициента использования светового потока с помощью линейной интерполяции: $\eta \approx 55\%$.

Потребный световой поток ламп:

$$F = \frac{500 \cdot (10 \cdot 8) \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,55} = 7500 \text{ лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу ЛХБ-125 с световым потоком 8000 лм.

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \left[\frac{\Phi_{\text{л.станд.}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд.}}} \right] \cdot 100\% \leq +20\%$$
$$-10\% \leq \left[\frac{8000 - 7500}{8000} \right] \cdot 100\% \leq +20\%$$
$$-10\% \leq 6,25\% \leq +20\%$$

Световой поток лампы ЛХБ-125 входит в допустимые пределы от -10% до +20%, необходимости в корректировке количества светильников и ламп отсутствует.

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P = 16 \cdot 125 = 2000 \text{ Вт}$$

3) Физические перегрузки организма

Полевой этап является наиболее тяжелым в плане физических нагрузок так, как работники постоянно производят буровые работы, которые заключаются в постоянной ходьбе, перетаскиванию тяжелых предметов и т.д. Чтобы избежать физических перегрузок, нужно производить перерыв в работе.

Физические перегрузки (по ГОСТу «Опасные и вредные производственные факторы») или тяжесть труда определяются как вредные производственные факторы трудового процесса. Они могут быть с перемещением материалов и т.п. на расстояния.

При работе сотрудников камерального отдела за компьютерами вызывает статическую нагрузку, которая возникает от того, что человек находится в сидячем положении. Профилактика предусматривает исключение статической работы, изменение рабочей позы в процессе работы, проведение производственной гимнастики с рациональным комплексом физических упражнений и т.п. При проектировании рабочих мест необходимо стремиться к тому, чтобы рабочая поза была как можно ближе к естественной позе человека.

4) Нервно-психические перегрузки

При камеральном этапе, работники подвергаются монотонной и напряженной работе, которая связана с изучением и анализом большого массива данных, которые поступили с лаборатории и поля. Все это нужно выполнять в определенные сроки, что может вызвать эмоциональное перенапряжение из-за стресса.

Эмоциональные напряжения вызывают изменения функционального состояния центральной нервной системы. Данный фактор имеет место при работе по напряженному графику, риск для собственной жизни и здоровья (усугубляет ситуацию необходимость выполнения работ при дефиците времени).

Психофизиологические условия труда определяются также рабочей обстановкой, взаимоотношениями в трудовом коллективе, уровнем обслуживания, соответствием выполняемой работы способностям и склонностям работающего, общественной престижностью работы и т.п.

Организация комнат психологической разгрузки способствует снижению усталости и повышению производительности труда работающих, улучшает их настроение, что в конечном счете способствует сохранению их работоспособности и обеспечению охраны труда.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

При инженерно-геологических изысканиях наносится вред окружающей среде, как и при прочих производственных видах деятельности человека, наносят вред геологической среде, что приводится в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Вредные воздействия на окружающую 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 горюче-смазочными материалами	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники
	Загрязнение производственными отходами	Вывоз и захоронение отходов
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг
	Нарушение физико-механических свойств горных пород	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битумизация, силикатизация)

Подземные воды	Загрязнение производственными сточными водами и мусором, нефтепродуктами, буровым раствором	Сооружение водоотводов, складирование или вывоз мусора, обезвреживание сточных вод
----------------	---	--

4.3.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

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

- Запрещается разведение костров в неположенных местах;
- Запрещается загрязнять участок проведения работ;
- Соблюдать правила пожарной безопасности;
- Установка маслосборников для устранения горюче-смазочных материалов;
- Ликвидация скважин методом послойной засыпки ствола, извлечение грунтом с послойной трамбовкой.

После завершения всех работ в поле, следует придерживаться выше перечисленных правил.

Так же на момент изысканий нужно находить загрязняющие вещества, которые опасны для здоровья людей в геологической среде. Потому нужно разрабатывать решения по их устранению, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

Любой небольшой ущерб, который наносится окружающей среде приводит к значительным последствиям в будущем, которые сложно предсказать [50].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

На рабочем месте из возможных чрезвычайных ситуаций может возникнуть:

1) Пожар в здании

Пожар - неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вызывающее несчастные случаи [51].

Причинами возникновения пожара может послужить неправильная эксплуатация оборудования (компьютеры, оргтехника), перепад напряжения, что приводит к электрическому замыканию, неисправность проводов.

2) Несчастный случай

Причинами возникновения несчастных случаев могут служить множество факторов к примеру неаккуратность, торопливость и т.д., что приводит к переломам, порезам, ушибам и т.д.

4.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

При пожаре в здании необходимо:

- Остановить работу оборудования и по возможности обесточить ее;
- Каждый работник должен строго соблюдать установленный противопожарный режим, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и знать порядок и пути эвакуации на случай пожара;
- Лица, не прошедшие первичный противопожарный инструктаж, к работе не допускаются;
- Сообщить о возгорании пожарным и ответственному руководителю;

- Оценить возможное распространение пожара, создающее угрозу для людей и пути возможной эвакуации;
- Приступить к ликвидации очага возгорания при помощи первичных средств пожаротушения (огнетушитель, песок, кошма и т.д.);
- Чтобы избежать пожара, находясь на рабочем месте, необходимо строго соблюдать следующие правила пожарной безопасности;
- Курение в организации допускается в строго определенных местах, соответствующим образом оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения (на улице). Курить в зданиях категорически запрещено;
- Лица, нарушающие требования пожарной безопасности, привлекаются к административной ответственности;
- Каждый работник организации должен проверить: наличие и состояние первичных средств пожаротушения; противопожарное состояние электрооборудования; работоспособность системы вентиляции; исправность телефонной связи; состояние эвакуационных выходов, проходов;
- В случае возгорания немедленно сообщить руководителю, ответственному за пожарную безопасность. Для вызова городской пожарной команды звонить с городской АТС - 101, с сотовых - 112. Принять меры по ликвидации очага возгорания и необходимости эвакуации людей и имущества из помещения.

При несчастном случае необходимо:

- оказать пострадавшему первую медицинскую помощь;
- организовать его доставку в больницу (травм пункт);
- сообщить непосредственному начальству о происшедшем.

Рабочий персонал должен быть подготовлен к оказанию первой медицинской помощи и иметь все необходимое для ее оказания, согласно принятой на фирме инструкции по безопасности, чтобы избежать замешательства и трагических последствий [51].

Полученная информация в ходе исследования социальной

ответственности по теме выпускной квалификационной работы, показала, что соблюдение правил безопасности и мероприятий по устранению отрицательных последствий ведет к улучшению производства. Поэтому соблюдение данной информации улучшит работу производства и принесет положительный эффект.

Геокриологическое районирование территории само по себе не оказывает влияния на здоровье человека и загрязнение экологии. Однако использованные данные для проведения расчетов являются результатом полевых и камеральных работ. Полевые работы оказывают прямое влияние на литосферу, экологию в целом и здоровье человека. Камеральные работы по большей части оказывают влияние на здоровье работника. Были изучены нормативные документы, которые регламентируют правила в части охраны труда, экологии и чрезвычайных ситуаций, что помогло в обосновании мероприятий по защите здоровья, экологии и предотвращению чрезвычайных ситуаций при выполнении комплекса работ при геокриологическом районировании.

Вывод по разделу «Социальная ответственность»

Нельзя не отметить, что социальная ответственность является решением ряда вопросов социальной важности, начиная от подготовки персонала и заканчивая экологической безопасностью.

Развитие организаций в социальную сторону может сказаться с чрезвычайно положительной стороны, поскольку социально ответственные организации создают вокруг себя более привлекательный образ для общественности, что повлечет возрастание доверия к организации, тем самым привлекая новых клиентов.

ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время исследование регионов, где распространены многолетнемерзлые породы, требует изучения геокриологических условий, которые учитывают специфику строительства различных сооружений.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследовали территорию опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания на месторождении «Лунное» в Алданском районе Республики Саха (Якутия). Исследование проводилось с целью изучения инженерно-геокриологического условия месторождения «Лунное» результатом чего является карта инженерно-геокриологического районирования месторождения территории и разработка рекомендаций к мониторингу.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Область применения результатов исследования лежит в сфере камерального этапа инженерно-геологических изысканий.

Целевой аудиторией результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами Республики Саха (Якутия), ведущими свою деятельность в сфере добычи полезных ископаемых, а также в проектно-изыскательском сопровождении этой деятельности.

Пользователями являются инженеры-геологи, выполняющие камеральную обработку и составление отчета по инженерно-геологическим изысканиям. Так же возможными пользователями могут быть инженеры-проектировщики, маркшейдеры по добыче полезных ископаемых открытым способом и заинтересованные граждане (таблица 5.1).

Таблица 5.1

Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны	Ожидания заинтересованных сторон
Инженеры-геологи изыскательских организаций	Ознакомление с методикой геокриологического районирования
Инженеры-проектировщики	Ознакомление с методикой геокриологического районирования
Специалисты маркшейдерской службы предприятий	Своевременное получение параметров природной среды при принятии решений для безопасной эксплуатации объектов
Граждане	Ознакомление с методикой геокриологического районирования

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки с помощью оценочной карты. Для этого отберем две организации, осуществляющих деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (**Б_{к1}**) и в сфере геокриологического мониторинга (**Б_{к2}**). Третья организация (**Б_ф**) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – построение карт геокриологического районирования на основании выполненных собственными силами инженерных изысканий.

Позиция продукта каждой организации оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где **1** – наиболее слабая позиция, а **5** – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумму должны составлять **1**.

Среди технических критериев оценки ресурсоэффективности выделим следующие:

– Повышение производительности труда пользователя. По данному критерию организация **Б_ф** проигрывает, т.к. комплексность работ снижает производительность, а специализация ее увеличивает;

– Удобство в эксплуатации. Для заказчика комплексный подход всегда предпочтителен, поэтому организация **Б_ф** выигрывает у конкурентов;

– Энергоэкономичность. Комплексность всегда ведет к экономии энергозатрат, организация **Б_ф** получает более высокую оценку;

– Надежность. По данному критерию организация **Б_ф** уступает, т.к. комплексность, учитывая предпроектный этап работ, снижает надежность расчетов;

К экономическим критериям оценки эффективности отнесем следующие:

А) Конкурентоспособность продукта. Комплексный продукт более конкурентоспособен, этим организация **Б_ф** выигрывает о конкурентов.

Б) Цена. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации материальных затрат больше, **Б_ф** получает более высокую оценку.

В) Срок выполнения работ. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации временных затрат больше (за счет независимости от исходных данных, которые находятся в рамках одной организации), **Б_ф** получает более высокую оценку.

Г) Уровень проникновения на рынок. Новому продукту только предстоит занять место на рынке, в то же время существующие продукты уже занимают на рынке определенное место. **Б_ф** получает меньшую оценку.

Полученные результаты сведем в таблицу 2. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой организации. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт (**Б_ф**) обладает преимуществом по сравнению с конкурентами.

Таблица 5.2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4	5	5	0,40	0,50	0,50
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5	3	3	0,50	0,30	0,30
3. Энергоэкономичность	0,10	5	4	4	0,50	0,40	0,40
4. Надежность	0,20	4	5	5	1,00	1,30	1,30
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,20	5	4	3	0,55	0,40	0,35
2. Цена	0,15	5	4	4	0,75	0,60	0,60

3. Срок выполнения работ	0,10	5	4	4	0,65	0,50	0,50
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
Итого	1,00	36	34	33	4,50	4,25	4,20

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Итоговая таблица SWOT-анализа составляется из 3-х этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта.

Таблица 5.3

Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями. С3. Достаточно высокая точность результатов С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы Сл2. Снижение надежности за счет комплексности Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
Возможности	Угрозы
В1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций В2. Сокращение сроков проектирования В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занята ниша) В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов	У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения) У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта		
Возможност и проекта		С1	С2	С3
	В1	+	+	+
	В2	+	+	+
	В3	+	+	0
	В4	+	0	0

		Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	-	-	+	+
	В2	0	-	+	0
	В3	-	-	0	-
	В4	0	0	-	-

		Сильные стороны проекта		
Угрозы		С1	С2	С3
	У1	+	+	+
	У2	+	+	+
	У3	+	+	+
	У4	+	+	+

		Слабые стороны проекта			
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	0	0	0	0
	У2	0	0	0	0
	У3	+	+	+	0
	У4	+	0	0	0

В третьем этапе должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 5.5).

Таблица 5.5

SWOT-анализ

	Сильные стороны С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями. С3. Достаточно высокая точность результатов С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Слабые стороны Сл1. Необходимость наработки клиентской базы Сл2. Снижение надежности за счет комплексности Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
Возможности В1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций В2. Сокращение сроков проектирования В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши) В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов	Введение метода в вузы для обучения; Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования; Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.	Проверка результатов, отправлять пробы на внешний и внутренний контроль.
Угрозы У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения) У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды	Создание конкурентоспособного проекта	Из-за относительной длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования

5.2 Инициация проекта

Проект является учебным и ожидаемым результатом научно-исследовательского проекта является защита, в составе комиссии которой, должны присутствовать руководящие работники энергетической предприятия. Критерием приемки будут считаться допуск к защите проекта и положительные рецензии руководителя и производителей. (таблица 5.6).

Таблица 5.6

Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Инженеры	Защита дипломного проекта
Реководитель	Реализация научно-исследовательского проекта

Рассматриваемый вопрос выпускной квалификационной работы выполняется на этапе инженерно-геологических изысканий. Однако исходные данные для проведения расчетов являются результатом полевых и лабораторных работ. Поэтому для раздела включен полевой этап. Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7

Цели и результат проекта

Цели проекта:	Сокращение сроков выполнения проектных работ.
Ожидаемые результаты проекта:	Экономия временных затрат при выполнении проектных работ. Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	Сокращение сроков выполнения проектных работ на 5%
	Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ на 5%

Состав рабочей группы и роль каждого участника представим в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Строкова Л.А., ТПУ, ИШПР, доктор г.-м.н	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта	488
2	Рыжакина Т.Г., ТПУ, ОСГН, доцент	Эксперт проекта	Консультация по вопросам ресурсоэффективности и ресурсосбережения при реализации проекта	40
3	Пашков Е.Н., ТПУ, ОБТД, доцент	Эксперт проекта	Консультация по вопросам охраны труда и экологической безопасности при реализации проекта	40
4	Малышев С.С., ТПУ, ИШПР, магистрант	Исполнитель по проекту	Реализация проекта	1280
Итого:				1828

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 5.9).

Таблица 5.9

Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	325 605,88
Источник финансирования	НИ ТПУ
Сроки проекта:	01.09.2020-31.05.2021
Дата утверждения плана управления проектом	01.09.2020
Дата завершения проекта	31.05.2021

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1. Иерархическая структура работ

5.4 План проекта

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблицы 5.10, 5.11).

Таблица 5.10

Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	6	01.09.20	07.09.20	Строкова Л.А., Малышев С.С.
Согласование плана работ	6	08.09.20	15.09.20	Строкова Л.А., Малышев С.С.
Литературный обзор	87	16.09.20	31.12.20	Малышев С.С.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	77	01.01.21	31.03.21	Строкова Л.А., Малышев С.С.
Написание отчета	52	01.04.21	31.05.21	Малышев С.С.
Итого:	228			

Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020				2021				
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Утверждение темы магистерской диссертации	6									
Согласование плана работ	6									
Литературный обзор	87									
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	77									
Написание отчета	52									



- Строкова Л.А., Малышев С.С.



- Малышев С.С.

5.5 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;

4. Дополнительная заработная плата;
5. Отчисления на социальные нужды;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения данной исследовательской работы (таблица 5.12).

Таблица 5.12

Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь 48 л.	1	38,00	38,00
Ручка шариковая	1	30,00	30,00
Ластик	1	20,00	20,00
Карандаш Т-М	1	18,00	18,00
Печать листа А4	150	2,00	300,00
Переплет	1	550,00	550,00
Итого:			956,00

2. Специальное оборудование для научной работы

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 5.13)

Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Срок службы, лет	Ежедневные амортизационные отчисления, руб.	Количество рабочих дней	Сумма амортизационных отчислений, руб.
1	Компьютер	1	50 000,00	50 000,00	5	27,40	228	6 247,20
2	Программное обеспечение Microsoft Office	1	5 990,00	5 990,00	5	3,28	228	747,84
3	Adobe AutoCAD на год	1	82 774,00	82 774,00	1	226,78	77	17 461,91
Итого:				138 764,00				24 459,95

3. Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где, $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

где, $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где, $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года. При отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя, при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_{доп}) \cdot k_p$$

где, Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b \cdot K_p$$

где, Z_b – базовый оклад, руб.;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС 4) профессора, доктора наук в 2021 году без учета РК составил 49 150 руб. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.15.

Таблица 5.15

Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	$k_{доп}$	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	49 150	1	0,02	1,3	63 895	3 134,47	15	47 017,05
Магистрант	2 275	-	-	1,3	3250	159,43	216	34 436,88
Итого:								81 453,93

4. Дополнительная заработная плата

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и

общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}}$$

где, $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 5.16 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.16

Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	47 017,05	34 436,88
Дополнительная зарплата	4 701,7	3 443,69
Итого:	51 718,75	37 880,57

5. Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где, $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2021 г. в соответствии с Федеральным законом от 29.11.2010 N 313-ФЗ установлен размер страховых взносов для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2020 году водится пониженная ставка – 28%. Стипендиальные выплаты магистрам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0,28 \cdot (47 017,05 + 34 436,88) = 22 807,1 \text{ руб.}$$

6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

На эту статью расходов относится использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 150 руб/мес.

Итого на оплату:

$$C_{\text{контр}} = 150 \cdot 12 = 1800 \text{ руб.}$$

7. Накладные расходы

Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (81\,453,93 + 8\,145,39) = 71\,679,46 \text{ руб.}$$

где, $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

5.5.1 Затраты проекта

Общие затраты на проект составили 325 605,88 руб., которые приведены в таблице 5.17.

Таблица 5.17

Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям							
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	956	138 764	81 453,93	8 145,39	22 807,1	1 800	71 679,46	325 605,88
Аналог	2000	300000	999919,2	99991,6	329973,2	-	879928,6	2721803,7

5.5.2 Операционные затраты

$$Ar = 24\,459,95 \text{ руб.}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{опер}} &= Z_{\text{сырь}} + Ar + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{внеб}} + C_{\text{ком}} + C_{\text{контр}} + C_{\text{накл}} \\ &= 956 + 8\,670 + 698\,306,8 + 69\,830,68 + 204\,668,35 + 73\,095,84 \\ &\quad + 1\,800 = 211\,301,83 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Операционные затраты составили 211 301,83 руб.

5.6. Организационная структура проекта

5.6.1 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 5.18).

Таблица 5.18

План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

5.6.2 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 5.19.

Таблица 5.19

Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

5.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

5.7.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);

- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{ont}}{(1+i)^t} - I_0$$

где, ЧДП_{ont} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 5.20.

$$Ar = 24\,459,95 \text{ руб.}$$

Таблица 5.20

Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	-	488 408,82	488 408,82	488 408,82	488 408,82
2	Итого приток, руб.	-	488 408,82	488 408,82	488 408,82	488 408,82
3	Инвестиционные издержки, руб.	-325 605,88	-	-	-	-

Продолжение таблицы 5.20

4	Операционные затраты, руб.	-	211 301,83	211 301,83	211 301,83	211 301,83
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	-	277 106,99	277 106,99	277 106,99	277 106,99
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	-	55 421,40	55 421,40	55 421,40	55 421,40
7	Итого отток, руб.	-325 605,88	266 723,23	266 723,23	266 723,23	266 723,23
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	-	221 685,59	221 685,59	221 685,59	221 685,59
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-325 605,88	246 145,54	246 145,54	246 145,54	246 145,54
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1,00	0,83	0,69	0,58	0,48
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-325 605,88	205 039,24	170 825,01	142 272,12	118 642,15
12	ΣЧДД		636 778,52			
13	ИтогоNPV, руб.		311 172,64			

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где, i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 311 172,64 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0$$

где, ЧДП - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{636\,778,52}{325\,605,88} = 1,95$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR) – значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или = 0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между **чистой текущей стоимостью (NPV)** и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 5.21 и на рисунке 5.2.

Таблица 5.21

Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-325605,88	246145,542	246145,542	246145,542	246145,542	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	

Продолжение таблицы 5.21

	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-325605,88	223746,30	203316,22	184855,30	168117,40	454429,34
	0,2	-325605,88	205039,24	170825,01	142272,12	118642,15	311172,64
	0,3	-325605,88	189285,92	145718,16	111996,22	86150,94	207545,36
	0,4	-325605,88	175747,92	125534,23	89596,98	63997,84	129271,08
	0,5	-325605,88	164179,08	109288,62	72612,93	48736,82	69211,57
	0,6	-325605,88	153840,96	95996,76	60059,51	37660,27	21951,62
	0,7	-325605,88	144733,58	82458,76	49967,54	27568,30	-20877,70
	0,8	-325605,88	136856,92	76058,97	42090,89	23383,83	-47215,27
	0,9	-325605,88	129472,55	68182,31	35937,25	18953,21	-73060,55
	1	-325605,88	123072,77	61536,38	30768,19	15261,02	-94967,51



Рисунок 5.2. Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли».

Из графика получаем, что IRR составляет 0,7.

Запас экономической прочности проекта: $70\% - 20\% = 50\%$

Дисконтированный срок окупаемости, как отмечалось ранее, одним

из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 5.22).

Таблица 5.22

Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i = 0,2$), руб.	- 325605,88	205039,24	170825,01	142272,12	118642,15
2	То же с нарастающим итогом, руб.	- 325605,88	-120566,64	50258,37	192530,49	311172,64
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{\text{диск}} = 1 + (120566,64 / 120566,64) = 1,7 \text{ года}$				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 5.23).

Критерии социальной эффективности

До	После
Отсутствие информации об элементном составе природных объектов на территории рудопроявления	Впервые получены данные об элементном составе и количественных составляющих у природных объектах
Нехватка обширных и достоверных данных об аномалиях золота и сопутствующих элементах в природных объектах на территории рудопроявления	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях в природных объектах на территории рудопроявления

5.7.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где, $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя

разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где, I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 5.24).

Таблица 5.24

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта)	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,16	5	3	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,19	5	5	4
6. Возможность автоматизации данных	0,15	4	4	3
Итого	1	27	24	22

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,19 + 4 \cdot 0,15 = 4,55$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,19 + 4 \cdot 0,15 = 4,08$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,19 + 3 \cdot 0,15 = 3,69$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{ф}^p}; \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{ф}^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

где, $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{финр}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 5.25.

Таблица 5.25

Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,20	0,18	0,18
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	4,08	3,69
3	Интегральный показатель эффективности	22,75	22,67	20,50

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,01	1,12
---	--	---	------	------

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость $NPV=311\,172,64$ рублей, индекс доходности $PI=1,95$, внутренняя ставка доходности $IRR=70\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,7$ года.

Таким образом мы и имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ о современном состоянии геокриологического районирования и существующих на данный момент методик, показал, что в сегодняшнее время единого метода геокриологического районирования не существует, так как само направление районирование все еще не получило должного развития в научной сфере. Использование тех или иных методов районирования для получения желаемого результата является сугубо индивидуальным выбором исследователя. Следовательно, для достоверности и объективности оценивания выполненных работ необходимо унификация существующих методов геокриологического районирования.

При изучении инженерно-геологических условий по исследуемому району стало понятно, что Алданский район уникален по совокупности зонально-климатических, регионально-геологических и тектонических особенностей. Район характеризуется как с наиболее суровыми климатическими условиями вместе с осложнениями плутоно-тектонического поднятия, наличием многолетнемерзлых грунтов, особенностями рельефа и проявление сильной сейсмической активности. Из-за чего сильно усложняется процесс проектирования, возведения и эксплуатация зданий и сооружений. Поэтому, для более детальной оценки влияния факторов инженерно-геологических условий необходимо составления карты районирования.

Были выделены таксоны при построении карты геокриологического районирования по степени сложности территории для строительства. Самыми важными условиями для построения карты геокриологического районирования стали углы наклона участков и выбор наиболее подходящих ИГЭ под строительство зданий и сооружений, т.к. по остальным условиям на площади исследуемой территории все районы подобны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Районирование территории коридора коммуникаций на Северо-Харьягинском нефтяном месторождении / В.В. Середин, М.Р. Ядзинская //Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 5. - С. 673.
2. Основы геокриологии. Ч.5: Инженерная геокриология/ Ред. Э.Д. Ершов. - М.: Издательство МГУ, 1999. -526 с.
3. Научный журнал «Успехи современного естествознания» - 2018. - № 11 (часть 2) - С. 413-419 статья «Подходы к инженерно-геокриологическому районированию территории Республики Саха (Якутия)» Шестакова А.А., Спектор В.Б., Торговкин Я.И.
4. Ершов Э.Д. Общая геокриология. М.: Недра, 1990. 559 с.
5. Шестакова А.А. Картографирование мерзлотных ландшафтов с учетом сукцессий растительности: на примере приленского плато: Автореферат дис. канд. географических наук Ин-т мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, 2011
6. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Районирование территории коридора коммуникаций на Северо-Харьягинском нефтяном месторождении / В.В. Середин, М.Р. Ядзинская //Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 5. - С. 673.
7. Трофимов В.Т. Инженерно-геологические карты.: учебное пособие / В. Т. Трофимов, Н. С. Красилова; МГУ геол. ф-т. - М.: КДУ, 2008. - 383 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 383. - Б. ц
8. Шестакова А.А. Картографирование мерзлотных ландшафтов с учетом сукцессий растительности: на примере приленского плато: Автореферат дис. канд. географических наук Ин-т мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, 2011.

9. Воронова И.В., Гребенюк Г.Н. Из истории формирования геокриологического направления в науке // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2017. - № 3-2. - С. 222-227;
10. Геокриологические условия Западно-Сибирской низменности /М.: Наука: Госстрой СССР. Произв. и науч.-исслед. ин-т по инж. изысканиям в строительстве, 1967. - 214 с.
11. Шаманова И.И. Особенности инженерно-геологических изысканий в криолитозоне / И.И. Шаманова. - 2008. - Инженерные изыскания. - № 1. - С. 96
12. Багашев А.Н., Волков Е.Н. Итоги экспедиционных исследований и новые материалы к археологической карте Гыданского п-ова // Вестник археологии, антропологии и этнографии. № 4, 2004. С. 214-218.
13. Швецов П.Ф. Геокриология и проблемы освоения севера: Науки о Земле / П.Ф. Швецов, В.П. Ковальков. - 1987. - № 4. - С. 48.
14. Официальный сайт ПАО «Селигдар» <https://seligdar.ru>
15. Сайт Научно-Экспертного Совета при Рабочей группе Совета Федерации ФС РФ по мониторингу реализации законодательства в области энергетики, энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
16. Яндекс карты <https://yandex.ru/maps>
17. Телега Н.С. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Алданская. Лист О-51-ХП. Объяснительная записка. М.: Недра, 1967, 72 с.
18. Кичигин Л.Н., Лядин В.И. Отчет о геологосъемочных работах масштаба 1:50 000, проведенных Угоянской и Излучинской партиями в 1966-1967 г.г. на листах О-51-35-Б, Г и О-51-36-А, В.
19. Угрюмов А.Н., Берзенин Б.З. и др. Отчёт о геолого-съёмочных работах масштаба 1:50 000, выполненных Алданской и Укуланской партиями в 1960-1963 г.г. (листы О-51-47-Б,-Г; О-51-48-А,-В,-Г; О-51-59-Б,-Г; О-51-60-А,-Б,-В) Ф. ГГП «Алдангеология»,1963.
20. Угрюмов А.Н., Виничук Л.Я., Колосов Н.П. Окончательный отчёт о геологической съёмке масштаба 1:50 000, выполненной Алданской партией в

1964-1966 г.г. Листы О-51-58-А,-Б; О-51-59-А; О-51-46-Г; О-51-47-В.Ф. ГПП «Алдангеология», 1966.

21. Гарагуля Л.С., Гордеева Г.И. и др. Объяснительная записка к мерзлотно-гидрогеологической карте Алданского горнопромышленного района ЯАССР масштаба 1:500 000 по работам 1961-1962 г.г. В 2-х томах. МГУ. Ф. ГПП «Алдангеология», 1962.

22. Кутарева Н.К., Пашкова Н.И., Чернецова В.П. и др. Отчёт о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно- геологической съёмки масштаба 1:200 000 в пределах листов О-51-ХII, -ХVIII, -ХХIV; О-52- VII, а также комплексного гидрогеологического и инженерно-геологического доизучения в пределах листа О-51-180 ХХIX вдоль проектируемой трассы железной дороги Беркакит-Якутск на отрезке Беркакит-Томмот за 1981-85 г.г. В 13-и томах. Ф. ГПП «Алдангеология», 1985.

23. Шевченко В. И., Вережкин Н. И. Отчет по усовершенствованию рабочей легенды для геологических карт масштаба 1:50 000 (Алданская группа Центрально-Алданской серии листов) по результатам работ Картотсоставительского отряда Иенгрской геолого-съёмочной партии, 1986-1991 г.г. Ф. ГПП «Алдангеология», 1991.

24. Утробин Д.В., Максимов Е.П., Хотина Е.Б. Объяснительная записка к легенде Алданской серии листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). Ф. ГПП «Алдангеология», 2000.

25. Геологическая карта региона БАМ. Лист О-51-Б.М-б 1:500 000. Под ред. Е.П.Максимова. Л.: Изд. ВСЕГЕИ, 1984.

26. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист О-(50), 51 - Алдан. С-Пб.: Изд. ВСЕГЕИ, 1998, 428 с.

27. Геология СССР, т. XLII. Южная Якутия. М.: Недра, 1972, 469 с.

28. Дик И.П., Савельев О.Н. Геоморфология и россыпная

золотоносность Центрального Алдана (Отчёт по теме: «Карта золотоносности на геоморфологической основе Центрально-Алданского района масштаба 1:100 000» и «Условия образования и закономерности размещения «древних» золотосодержащих аллювиальных отложений Центрально - Алданского золотоносного района и их прогнозная оценка»). Ф. ГПП «Алдангеология», 1970.

29. Кутарева Н.К., Пашкова Н.И., Чернецова В.П. и др. Отчёт о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно- геологической съёмки масштаба 1:200 000 в пределах листов О-51-ХП, -ХVIII, -ХХIV; О-52- VII, а также комплексного гидрогеологического и инженерно-геологического доизучения в пределах листа О-51-180 ХХIX вдоль проектируемой трассы железной дороги Беркакит-Якутск на отрезке Беркакит-Томмот за 1981-85 г.г. В 13-и томах. Ф. ГПП «Алдангеология», 1985.

30. ВСЕГЕИ Материалы электронного издания ГГК-200/2 Цифровая модель геологическая карты листа О-51-ХП.

31. Ранний докембрий Южной Якутии / Дук В.А., Кицул В.И., Петрова А.Ф. и др. М.: Наука, 1986, 107 с.

32. Эволюция раннекембрийской литосферы Алдано-Олекмо-Станового региона. Л.: Наука, 1987, 310 с.

33. Миронюк Е.П., Любимов Б.К. Гелогическое строение и рудоконтролирующие формации Алдано-Станового щита. В сб.: Геология, геофизика и полезные ископаемые района Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Вып. 1. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1977, с. 58-72.

34. Геология зоны БАМ, т. 2. Гидрогеология и инженерная геология. Л.: Недра, 1988, 447с.

35. Кутарева Н.К., Пашкова Н.И., Чернецова В.П. и др. Отчёт о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно- геологической съёмки масштаба 1:200 000 в пределах листов О-51-ХП, -ХVIII, -ХХIV; О-52- VII, а также комплексного гидрогеологического и инженерно-геологического

доизучения в пределах листа О-51-XXIX вдоль проектируемой трассы железной дороги Беркакит-Якутск на отрезке Беркакит-Томмот за 1981-85 г.г. В 13-и томах. Ф. ГПП «Алдангеология», 1985.

36. Ранний докембрий Южной Якутии / Дук В.А., Кицул В.И., Петрова А.Ф. и др. М.: Наука, 1986, 107 с.

37. Терентьев В.М., Кудрявцев Б.Е. и др. Отчёт о результатах работ по теме № 273 Скалистой партии в 1962-65 г.г. ВСЕГЕИ. Ф. ГПП «Алдангеология», 1965.

38. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000, Издание второе, Серия Алданская, Лист О-51-ХП Объяснительная записка, МФ ВСЕГЕИ, Москва 2015 год.

39. Успехи современного естествознания. История геологического развития Центрально-Алданского рудного района (ЦАРР) / Рукович А.В. – 2016. – № 11-1. – С. 186-190.

40. Использование космических снимков при составлении разномасштабных карт геокриологического содержания / В. А. Дубровин, Л. Н. Крицук, Н. В. Ястреба, С. Г. Корниенко // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 9. – С. 77-84.

41. Экзогенные геологические процессы и явления на Территории Центрально-Алданского района Республики Саха (Якутия)/ Рукович А.В., Варкин В.А. // Общество, наука и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции (13 марта 2015 г, г. Уфа). - Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – 202 с.

42. Строкова, Л. А. Оценка устойчивости склона на участке строительства опытно-промышленного предприятия кучного выщелачивания в Алданском районе Якутии / Л. А. Строкова // Инженерные изыскания. – 2011. – № 3. – С. 46-51.

43. Инженерные изыскания / ред. М. И. Богданов. – Москва: Геомаркетинг, 2011. – № 3. март. – 78 с.

44. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»
Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
45. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации. Комплект карт ОСР-2016 (А, В, С) / В.И. Уломова, М.И. Богданов / Москва 2016.
46. Опыт инженерно-геологического районирования по несущей способности грунтов промплощадки Эльгинского горно-обогатительного комбината в Якутии / Л. А. Строкова, С. А. Дмитриева, Н. В. Осьмушкина, А. В. Осьмушкин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 2. – С. 175-185. – DOI 10.18799/24131830/2019/2/118.
47. СП 493.1325800.2020 Инженерные изыскания для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Общие требования.
48. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
49. Правила по охране труда при изысканиях и проектировании автомобильных дорог. Минтрансстрой СССР (30.12.1985).
50. Справочник по охране геологической среды. Том 1. Г.В. Войткевич - Ростов на Дону, Феникс, 1996 - 448 с.
51. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
52. Техника безопасности при геологоразведочных работах. И.А. Шенгер и др. - Л.: Недра, 1970 - 264 с.103.
53. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
54. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)
55. СП 60.13330.2010. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

56. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

57. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация/

58. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

59. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

60. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора.

61. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя.

Приложение А

Engineering and geological zoning of the Aldan district of the Republic of Sakha (Yakutia)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Малышев Сергей Сергеевич		

Руководитель ВКР ОГ ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Людмила Александровна	Д.Г.-М.Н.		

Консультант – лингвист ОИЯ ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кемерова Наталья Сергеевна	-		

INTRODUCTION

The scientific work is a project of engineering and geological zoning of the territory of the pilot industrial enterprise of heap leaching at the Lunnoye field in the Aldan district of the Republic of Sakha (Yakutia).

The Lunnoye license area is located 40 km east of the city of Aldan, the center of the Aldan district. 40 km to the west of the Lunar section is the Amur-Yakut federal highway of the 2nd class M-56 "Lena" and the Berkakit-Tommot railway, which currently carries cargo and passenger traffic. On the Aldan River to the city of Tommot, it is possible to transport cargo by small-tonnage river vessels. The license area is 18.78 km².

The aim of the work is to establish the spatial and temporal regularities of the formation and distribution of frozen rock layers on the territory of the experimental industrial enterprise of heap leaching at the Lunny field, the dynamics of their geotemperature fields and power in the process of Earth evolution, climate change and technogenesis.

It is necessary to study the geocryological conditions of construction of buildings and structures in permafrost areas.

Technogenic impacts cause the activation of these processes and phenomena, so the issue of engineering-geocryological zoning and further monitoring of mineral extraction areas is acute. [1]

Due to the wide distribution of permafrost, the presence of karst rocks and relatively easily deformable cover deposits, the territory is geodynamically unstable. The predominant role here is played by cryogenic processes, manifestations of karst-suffusion and slope processes, swamps and wetlands are widespread. Taking into account the local natural features, the construction and operation of buildings and structures will be associated with certain environmental risks.

CHAPTER 1. THE CURRENT STATE OF THE ISSUE OF GEOECOLOGICAL ZONING

Engineering-geocryological zoning refers to the spatial assessment of the territory in terms of the variability of engineering-geocryological conditions. Engineering-geocryological conditions are determined by the properties of frozen and thawing rocks, the development of permafrost-geological processes, the state of the horizons of inter-frozen and sub-frozen waters, and the rapid temporal variability of the temperature field of rocks. [2]

Engineering-geocryological zoning is one of the methods of engineering geocryology, the object of which is the geological environment of the cryolithozone, interacting with engineering structures. [3]

Geocryological zoning of the site is performed during the in-house processing of survey materials, a forecast of changes in permafrost conditions in connection with construction is made and recommendations are developed for the placement of the projected objects, technical solutions for their bases and foundations, and measures for regulating and managing the permafrost process are justified. Just as in the first stage, the result of the survey is the preparation of a report. The report should contain information about the geocryological conditions of the construction site, the results of field and stationary studies of soil properties, and clarification of recommendations on the choice of the principle of using soils as bases. [4]

Geocryology is a science that arose from the practical needs of the development of Siberia, the Far East and the north-east of the USSR by the middle of the XX century. [5].

The main part of the works on regional patterns of formation of the temperature regime of rocks and geocryological conditions is reflected in the works of Soviet scientists, for example, the multi-volume monograph of Geocryology of the USSR [6].

In the second half of the last century, the formation of works on the creation

of engineering and geological maps began. N. I. Nikolaev proposed the concept of geocryological zoning and classified the map data, as well as described the principles for their compilation [7]. In his opinion, "engineering-geological maps should be maps that depict the distribution of one, or several, or, on, a whole complex of elements that are the subject of engineering-geological study. These can be either maps built on the principle of decomposition, analysis of the material-analytical maps, or on the principle of generalization of some synthesis of the material — synthetic maps. "[7].

In 1938, Baranov I. Ya. attached importance to geological features when taking into account the differentiation of homogeneous sections of the cryolithozone. At the same time, K. I. Lukashev divided the territory of the cryolithozone. The essence was to divide the territory of the cryolithozone into ten large areas. These areas differ in their topography and geological structure [8].

In 1950, P. F. Shevtsov and V. K. Yanovsky made a geocryological zoning of the north-eastern part of the long-term cryolithozone according to the temperature, thickness, composition, structure, and degree of discontinuity of the permafrost [8].

In 1953. Popov A. I. proposed the zoning of the long-term cryolithozone on the historical and geological basis, on this basis 20 districts were allocated. The main reason for this was the geological and geotectonic structure and ice inclusions in the soils [8].

In 1954, Kudryavtsev V. A. made a division of the cryolithozone according to the soil temperature, taking into account geomorphology, identifying 47 districts [9].

In 1967, V. V. Baulin adopted the "zone" for zoning for the smallest dimension. For the allocation of which the stable property of the frozen layer is taken. Thus, he identified 3 permafrost zones of Western Siberia (northern, central and southern) [10].

In 1976, Trofimov V. T. in his dissertation proposed a new definition of the concept of "engineering-geological zoning" as a set of theoretical provisions and methodological techniques aimed at identifying objectively existing territorial

elements in space that have any common engineering-geological features, distinguishing them from territories that do not have these features, mapping and describing them [9].

In the course of many years of complex engineering and geocryological studies of JSC PNIIS in various areas of the cryolithozone, a method of engineering and geocryological zoning and mapping was developed, according to which the mapped components of the geological environment, a set of indicators and signs of zoning are differentiated depending on the design stage. The methodology is reflected in such normative and methodological documents as "Recommendations for geocryological survey and zoning of flat areas for the placement of oil and gas industry facilities at the design stages "of 1984," Recommendations for the production of advanced studies for construction in areas of permafrost distribution " of 1986, etc. [9].

In 1987, Garagulya L. S., Ershov E. D., Kondratieva K. A., Khrustalev L. N. built a map of engineering-geocryological zoning of the territory of the USSR. The genetic type of the relief, the prevailing formations of pre-Quaternary rocks and genetic complexes of Quaternary sediments, the average annual temperature and the corresponding distribution of permafrost strata were taken into account [9].

Authors from different countries analyze the mechanism of deformations due to modeling. However, the authors rarely consider changes in processes and phenomena over the long service life of embankments and issues of their long-term engineering protection. In Russia, Kondratiev V. G., Ashpiz E. S., Dydyshko P. I. and other researchers are most actively engaged in the study of the problems of the stability of engineering structures in the cryolithozone. This problem most affects the areas of the cryolithozone distribution, especially its Arctic part, where the rate of development is much faster than the rate of study of the territory. The combination of these factors can lead to the emergence of environmentally dangerous situations in the exploration and production of minerals [9].

The development of scenarios and forecasting of geocological changes for

various stages and stages of field development, as well as ensuring the stability of constructed objects, is possible only on the basis of knowledge of the patterns of formation and spatial variability of the most important components of the geocryological conditions of the region as a whole and its individual parts. The reflection of these patterns on small-and medium-scale maps of geocryological zoning allows us to assess the features of the geocryological conditions of large territories, predict their changes during the economic development of the territory, choose the optimal sites from the point of view of the stability of the geological environment and the design of structures, and plan environmental protection measures.

The issue of engineering-geocryological mapping is currently relevant. This is confirmed by the words of Shamanova I. I. that "zoning and mapping of the territory is an important component of engineering and geological surveys at all stages of design" [11]. Due to the fact that permafrost rocks are characterized by a high degree of sensitivity to man-made impacts, it is necessary to take into account a large number of components of the geological environment when choosing signs and indicators of zoning [11].

The practice of engineering protection against adverse engineering and geological processes was developed in the second half of the twentieth century and provides for the prevention of deformations of structures and foundations of structures and is based on research materials [12].

This approach is successfully used by designers, but it is impossible to take into account future climate changes that will affect the engineering and geocryological conditions over the years of operation of the structure.

The survey work at the present time, assessing their state in terms of engineering and geocryological surveys, has not yet received proper scientific development. These include, first of all:

- taking into account the spatial and temporal variability of engineering and geocryological parameters when zoning the territory;

- probabilistic nature of the resistance of natural geosystems to man-made impacts;
- principles and techniques of integrated assessment of engineering and geocryological conditions both from the point of view of construction and operation of structures, and from the point of view of environmental protection [13].

Conclusions

The analysis of the current state of geocryological zoning and the currently existing methods has shown that today there is no single method of geocryological zoning, since the zoning direction itself has not yet received proper development in the scientific field. The use of certain zoning methods to obtain the desired result is a purely individual choice of the researcher. Therefore, for the reliability and objectivity of the assessment of the work performed, it is necessary to unify the existing methods of geocryological zoning.

CHAPTER 2. CHARACTERISTICS OF ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

2.1 Knowledge of the conditions

Administratively, the research site "License area Lunnoye" is located in the Republic of Sakha (Yakutia) in the Aldan district, 40 km east of the city of Aldan. Exact location coordinates: 5840 '13.6" N, 12554'03.6 " E. 40 km to the west of the Lunny section passes the federal Amur-Yakut highway of the 2nd class M-56 "Lena" and the railway Berkakit-Tommot, which currently carries cargo and passenger traffic. Cargo transportation by small-tonnage river vessels is possible on the Aldan River to Tommot. The area of the license area is 18.78 km². [14]



Figure 2.1 - Location of the study area [15, 16]

The beginning of the geological study of the territory is associated with the name of V. N. Zverev, who, having made a route along the Aldan River in 1912, identified the main rock complexes, the main geological structures, and developed the first scheme of stratigraphy of the carbonate strata.

Systematic geological work in the area began in 1925-35 after the discovery in 1923 by the exploration party of V. P. Bertin of a placer gold deposit in the valley of the stream Nezametnoe. Since 1947, numerous regional and specialized works have been carried out in the area.

In 1947-48, geological survey works on a scale of 1:200 000 (GSR-200) were carried out under the direction of S. P. Konoplev, V. G. Kadesh, V. P. Zaitsev.

In 1958, Yu. K. Dzevanovsky compiled a geological map with a scale of 1:1000 000 and an explanatory note to it, reflecting the actual material accumulated by that time on the geological structure of the territory.

In 1963, the State Geological Map was compiled at a scale of 1:200 000 (author N. S. Telega) [17].

In 1960-68, in the Central Aldan district (TSAR), TUE parties conducted geological survey work on a scale of 1:50 000 (GSR-50) under the leadership of A. N. Ugryumov, B. Z. Berzenin, L. N. Kichigin, V. I. Lyadin, and others [18, 19, 20].

In 1959-1960, G. V. A. Lukonina and N. S. Telega carried out mapping works on a scale of 1:200 000.

In 1961-62, a 1:500 000 scale permafrost-hydrogeological survey was carried out south of the Aldan River (L. S. Garagulya et al. [21]).

In 1963-65, R. P. Petrov and Yu. F. Losev conducted exploration and calculation of reserves at the Yakokit clay deposit (the valley of the Yakokit River).

In 1969, the problems of gold mineralogy were described in the work of A. N. Ugryumov et al. "Metallogeny of fault zones in the northern part of the Aldan-Timpton interfluvium".

In 1968-70 gg provides a synthesis of materials geophysical work carried out in the Reign of various organizations, starting with the 50-ies (V. Kiselev and others, 1970).

In 1981-85, the city area covered by the integrated hydrogeological and engineering-geological survey, scale 1:200 000 (N. K. Kutarev etc. [22]).

In 1991, V. I. Shevchenko and N. Compiled by I. Verevkina working legend

for geological maps of scale 1:50 000 Central Aldan a series of worksheets, which reflects the actual materials on Geology Tara [23].

In 2000, Utrobin V. D., E. P. Maksimov, E. B. Khotina finalized the legend of the Aldan series of sheets of state geological map-200 (second edition) [24].

Recently published small-scale geological maps:

1. Geological map of Quaternary deposits of scale 1:1 000 000, composed in 1972, A. I. Moses, G. A. Maximova, published in 1975;

2. Geological map of the region BAM scale 1:500 000, composed in 1979, E. P. Maksimov, L. M. Reutova, published in 1983. [25];

3. Geological map of the Russian Federation with a scale of 1:1 000 000 of the new series, compiled in 1995 by V. M. Vlasov, E. P. Mironyuk, A. N. Timashkov, E. B. Khotina, published in 1999 [26];

4. Geological map of the Siberian platform and adjacent territories with a scale of 1:1 500 000 edited by N. S. Malich, published in 1999.

2.2 Zonal and climatic features

The research area is located in the area of the Aldan-Lena uplift-a component of the Aldan anteklise, one of the largest positive structures of the Siberian Platform. The tectonic position caused the multi-storey structure of the square. The lower structural floor is represented by a complexly dislocated and deeply metamorphosed foundation, while the upper ones are represented by a subhorizontal platform cover and epiplatform activation structures.

The climate of the area is sharply continental with long cold winters and short hot summers. The average annual air temperature is minus 3.5 - minus 6.2 °C. During the winter period, which lasts about 6-7 months, the territory is under the influence of a stable anticyclone. Snow cover is established in early October and disappears at the end of May. The annual precipitation is 500-540 mm, with the maximum precipitation in July-August. The area is dominated by south-westerly winds. The

territory is located in the area of permafrost distribution.

The study area, according to the climatic zoning for construction, given in SP 131.13330.2018, belongs to the area 1 D of the northern construction and climatic zone, characterized by the most severe conditions.

Table 2.1

Average monthly and annual air temperature, °C

Month	Absolute min.	Average Minimum	Average	Average Maximum	Absolute max.
january	-48.7 (1951)	-30.6	-26.3	-22.0	-4.0 (1979)
february	-46.3 (1979)	-28.3	-23.2	-18.1	-1.0 (1998)
march	-42.0 (1966)	-21.3	-15.2	-9.3	9.1 (1990)
april	-31.7 (1966)	-9.6	-4.2	0.8	18.8 (2014)
may	-16.0 (1942)	0.0	5.1	10.5	27.8 (2018)
june	-5.9 (1999)	7.5	13.9	20.2	34.3 (1970)
july	-0.8 (1996)	10.9	16.6	22.6	34.9 (2020)
august	-4.4 (1992)	8.1	13.4	19.2	35.2 (1969)
september	-16.1 (1987)	0.8	4.9	9.8	25.8 (1947)
october	-30.3 (1982)	-10.3	-6.3	-2.3	16.7 (2015)
november	-44.9 (1979)	-23.3	-18.9	-14.7	6.1 (1978)
december	-48.3 (1952)	-29.4	-25.3	-21.3	-0.6 (1979)
year	-48.7 (1951)	-10.5	-5.5	-0.4	35.2 (1969)

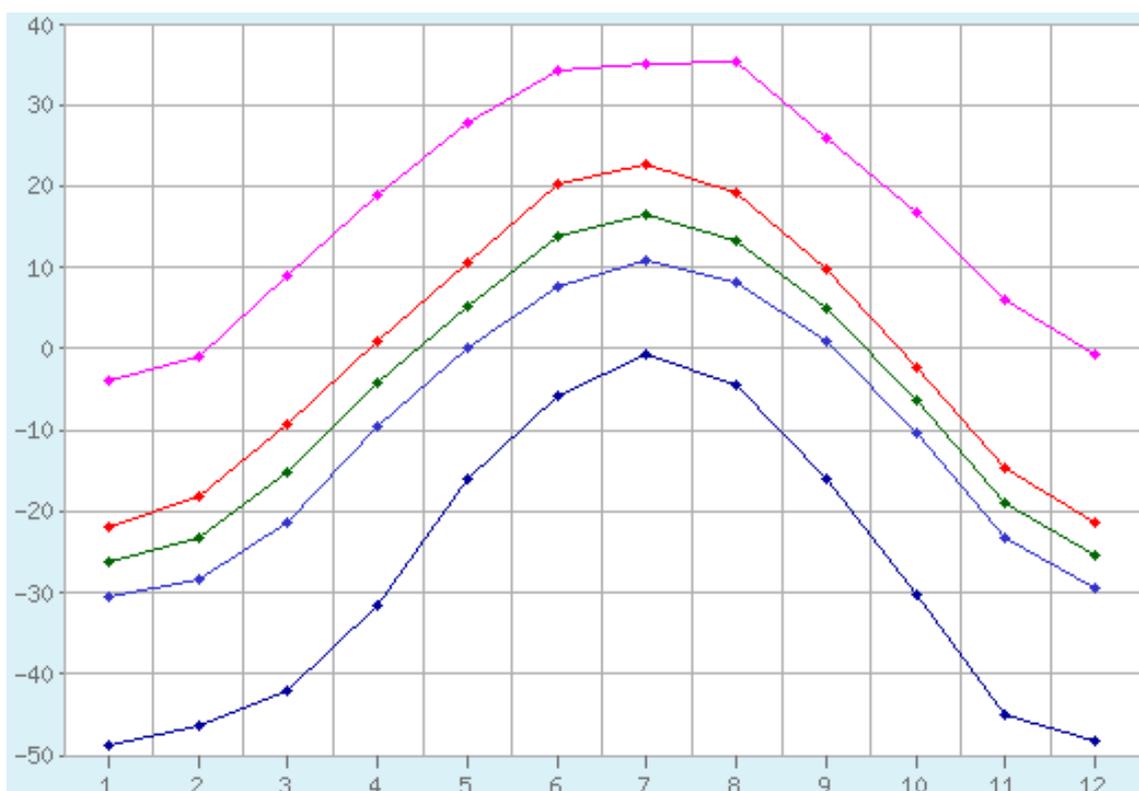


Figure 2.2 - Diagram of the average monthly and annual air temperature, °C

Table 2.2

Average monthly and annual precipitation, mm

Month	Norm	Monthly min.	Monthly max.	Daily max.
january	27	5 (2001)	62 (2016)	11 (1988)
february	24	4 (1945)	69 (2019)	13 (1999)
march	29	3 (1937)	80 (1998)	28 (1998)
april	36	8 (1939)	69 (2015)	26 (1957)
may	71	16 (1942)	157 (2017)	46 (1967)
june	83	5 (2008)	162 (2019)	97 (2020)
july	108	24 (1947)	247 (1992)	64 (2010)
august	105	15 (1990)	269 (2006)	68 (1988)
september	94	21 (1955)	291 (2017)	81 (2017)
october	67	9 (1944)	154 (2009)	38 (2009)
november	41	8 (1944)	86 (2001)	18 (2006)
december	32	11 (1976)	66 (1988)	18 (1938)
year	717	380 (1947)	1004 (2017)	81 (2017)

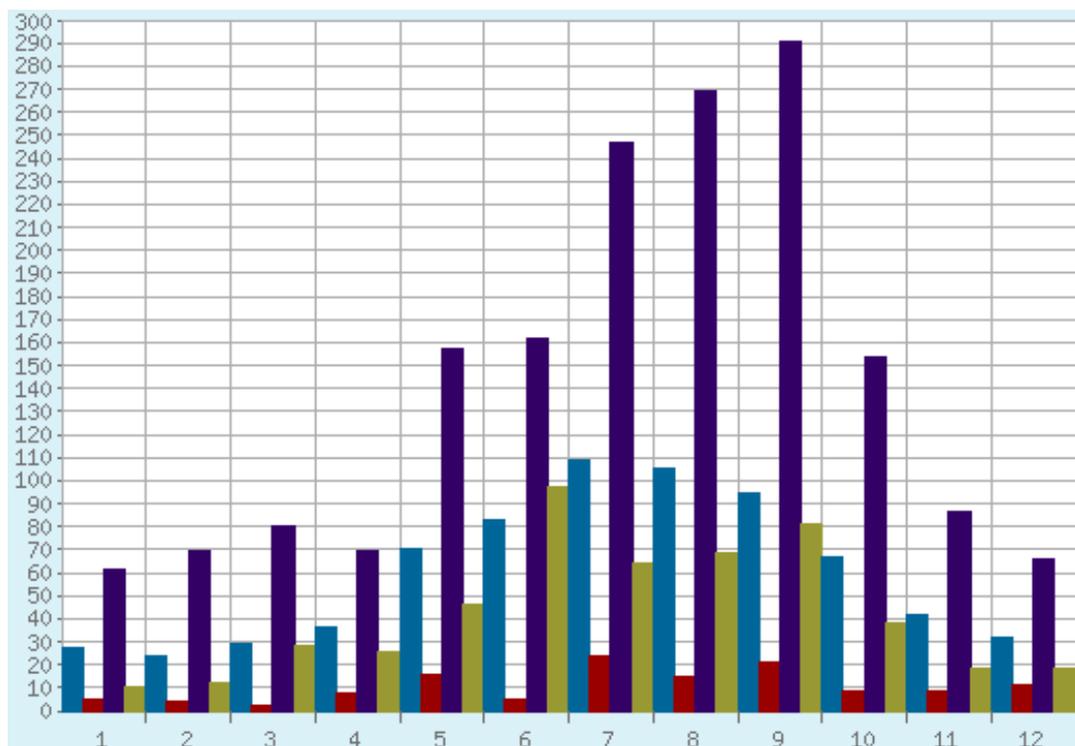


Figure 2.3 - Diagram of the average monthly and annual precipitation, mm

Table 2.3

Snow cover height, cm

month	jul	aug	sep	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	year
number of days	0	0.1	6	27	28	30	31	28	31	26	8	0.4	215
height	0	0	2	15	33	45	58	68	73	34	2	0	
max. height	0	28	59	54	73	98	95	103	117	127	107	30	127

Table 2.4

Air humidity, %

jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	year
78	76	70	62	61	63	71	75	76	77	78	78	72

Table 2.5

Wind speed, m/s

jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	year
1.7	1.8	2.0	2.2	2.2	1.9	1.6	1.6	1.7	1.9	1.9	1.7	1.9

Table 2.6

Repeatability of different wind directions, %

Direction	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	year
N	2	3	8	13	13	14	14	13	11	9	4	2	9
NE	1	1	4	8	7	12	14	12	8	5	2	0	6
E	0	1	2	5	6	8	9	6	4	2	1	0	4
SE	1	1	1	4	5	5	6	4	2	2	1	1	3
S	22	21	22	18	17	17	18	17	15	16	19	21	19
SW	45	38	29	22	21	19	17	22	25	28	39	46	28
W	24	28	23	18	19	14	13	17	24	27	28	25	22
NW	5	7	11	12	12	11	9	9	11	11	6	5	9
calm weather	22	21	14	16	14	19	24	24	21	18	18	25	20

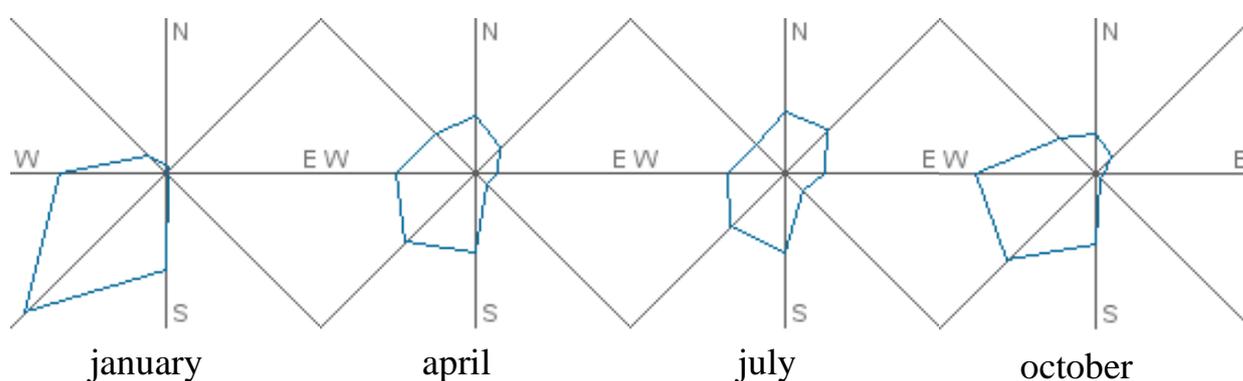


Figure 2.4 - Wind-rose for different months

2.3. Regional-geological features

The research area is located on the geomorphological province (region): Leno-Aldan plateau [27]. The relief is formed on sedimentary rocks, it is a slightly hilly, poorly dissected, gently sloping surface to the north, complicated by plutonic-tectonic uplifts. The flat broad watersheds have an absolute height of 500 to 700 m and a relative height of 100 to 300 m above the valley floor.

The relief of the plateau is formed on the rocks of the foundation and sedimentary cover, caused by plutonic-tectonic uplifts. The terrain is dominated by watershed surfaces with absolute elevations in the region of 650-800 m [26]. The

Aldan plateau is characterized by relative altitudes of 200-500 m. All watercourses, with the exception of the Bes-Yuryakh stream, which belongs to the Amga River basin, belong to the Aldan River basin with its main tributaries - the Yakokit and Seligdar Rivers. River basins have a dendritic river network with an average coefficient of development from 220 to 250 m per 1 km² and a flow modulus of the largest watercourses from 1.5 to 3.0 l / s / km² [28]. The water regime of the rivers belongs to the East Siberian type with mixed snow and rain feeding [29].