

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
<b>Оценка качества поверхностных вод Халильского рудного района (Красноярский край)</b>

УДК 556.5:553.3(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Никитенков Алексей Николаевич	к.г.-м.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Чистая вода	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н., доцент		

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  
 \_\_\_\_\_ Пасечник Е.Ю.

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

В форме:

<b>Магистерской диссертации</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
---

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна

Тема работы:

Оценка качества поверхностных вод Халильского рудного района (Красноярский край)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 17.01.2022 № 17-18/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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>Объект исследования – формирование состава поверхностных вод Халильского рудного района.          В работе использованы материалы:          Космические снимки спутника Landsat 8, цифровая модель рельефа Aster, результаты опробования компонентов ОС, материалы фондовых отчетов.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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"> <li>1. Общие сведения и характеристика об объекте изучения поверхностных вод</li> <li>2. Геологические и гидрогеологические условия площади работ</li> <li>3. Методика и результаты изучения формирования состава поверхностных вод</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>5. Социальная ответственность</li> </ol>

	6. Раздел на иностранном языке
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Карта фактического материала; 2. Схема ландшафтного районирования; 3. Схема химического состава поверхностных вод; 4. Схема распределения микроэлементов в поверхностных водах; 5. Схема распределения микроэлементов в почвах; 6. Схема распределения микроэлементов в донных отложениях.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Иностранный язык	Кемерова Наталья Сергеевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Введение, Природные условия и геологическое строения, Методика проведения работ, Заключение.	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	17.01.2022
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Никитенков Алексей Николаевич	к.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Природообустройство и водопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
Оценка качества поверхностных вод Халильского рудного района (Красноярский край)	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
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
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	03.02.2022
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		03.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна		03.02.2022

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна		
<b>Школа</b>		<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Оценка качества поверхностных вод Халильского рудного района	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b> Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования – формирование состава поверхностных вод Халильского рудного района</i> <i>Область применения: экология, микробиология</i> <i>Рабочая зона: офис</i> <i>Размеры помещения: 10*20 м</i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональный компьютер, операционная система, программное обеспечение.</i> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: - дать характеристику физико-географических, геологических и гидрогеологических условий территории;</i> <i>- дать характеристику водосборов речной сети на основе ЦМР;</i> <i>- дать анализ ландшафтов на основе мультиспектральных снимков;</i> <i>- провести анализ локальных особенностей состава поверхностных вод на основе фактических материалов полевых экспедиций;</i> <i>- провести анализ изменения качества воды в результате антропогенной деятельности.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.2.032-78</li> <li>2. СП 52.13330.2016</li> <li>3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ</li> <li>4. ТК РФ</li> <li>5. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ</li> <li>6. СанПиН 1.2.3685-21</li> <li>7. ГОСТ 21889-76</li> </ol>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b> - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>При выполнении камеральной обработки выявлены возможные вредные факторы производственной среды, такие как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;</li> <li>- наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона;</li> </ul> <p>Физические перегрузки:</p>

<p>- Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</p>	<p>- статические, связанные с рабочей позой;          Нервно-психические перегрузки:          - умственное перенапряжение, вызванное информационной нагрузкой;          - монотонность труда;          - эмоциональные перегрузки;          - длительность сосредоточенного наблюдения;          И опасные, такие как:          - поражение электрическим током;          - возникновение пожаров.          К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся: источники света; осветительные приборы;          К средствам защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений относятся: оградительные устройства; защитные покрытия; К средствам защиты от поражения электрическим током относятся: оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; К средствам защиты от пониженных или повышенных температур поверхностей оборудования, материалов и заготовок относятся устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации.          Расчет искусственного освещения.</p>
<p><b>3.Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b></p>	<p>Воздействие на селитебную зону при возникновении пожара внутри офисного помещения и его распространение на соседние здания.          Воздействие на литосферу при отсутствии утилизации ПК и прочей офисной техники.          Воздействие на гидросферу нет.          Воздействие на атмосферу при возникновении пожара.</p>
<p><b>4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b></p>	<p>Возможные ЧС: пожар в результате неисправности электропроводки или офисного оборудования,          Наиболее типичная ЧС – пожар.</p>
<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	<p>01.03.22</p>

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна		11.04.22

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 2021 /2022 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:	15.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01-02.2021	Сбор и обработка исходных материалов	
01-03.2021	Общие сведения и характеристика об объекте геологического изучения	
02-04.2021	Гидрогеологические условия площади работ	
09.2021-02.2022	Методика и результаты изучения геологических, гидрогеологических и гидрохимических условий для изучения поверхностных вод	
04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
05.2022	Социальная ответственность	
05.2022	Раздел на иностранном языке	...

#### СОСТАВИЛ:

##### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Никитенков Алексей Николаевич	К. Г.-М.Н., доцент		

#### СОГЛАСОВАНО:

##### Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н., доцент		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 147 с., 19 рис., 34 табл., 21 источников используемой литературы, 3 прил.

Ключевые слова: Халильский рудный район, поверхностные воды, дешифрирование космических снимков, ПДК, донные осадки, почва.

Объектом исследования являются поверхностные воды Халильского рудного района, расположенного в Красноярском крае.

Цель работы – оценка качества поверхностных вод и изменения их состава в результате антропогенной деятельности.

В процессе исследования был проведен комплекс камеральных работ, включающий изучение природных условий и геологического строения исследуемой площади, оценку факторов формирования поверхностных вод, дешифрирование космических снимков, оценку качества в природных условиях и изменение состава поверхностных вод в результате антропогенной деятельности.

В результате исследования получены и проанализированы характеристики химического состава подземных вод, почвы и донных отложений, проведена оценка интенсивности водообмена на основе цифровой модели рельефа и оценка изменения состава вод в результате антропогенной деятельности, построены схемы ландшафтного районирования, схемы распределения микроэлементов в пробах поверхностных вод, почвы и донных отложений, схема водосборных областей для рек разного порядка.

Область применения: изучение и анализ качества поверхностной воды в результате антропогенного воздействия.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ .....	8
ВВЕДЕНИЕ .....	11
1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	13
2 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ	17
2.1. Физико-географические условия .....	17
2.1.1 Географическое положение района .....	17
2.1.2 Рельеф .....	19
2.1.3 Климат .....	20
2.1.4 Гидрография .....	20
2.1.5 Почвы и растительность .....	22
2.2. Геологическое строение .....	22
2.2.1 Стратиграфия .....	22
2.2.2 Интрузивные образования .....	34
2.3. Геоморфология .....	38
2.4. Гидрогеологические и геокриологические условия района работ .....	41
2.5. Общая характеристика ландшафтов .....	46
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ .....	52
3.1. Характеристика исходных данных .....	52
3.2. Оценка факторов формирования состава поверхностных вод ..	54
3.3. Дешифрирование материалов космической съемки .....	56
3.4. Оценка интенсивности водообмена на основе ЦМР .....	62
3.5. Оценка химического состава поверхностных вод .....	65
3.6 Оценка химического состава почв .....	72
3.7 Оценка химического состава донных осадков .....	74
4 Комплексная оценка взаимосвязи факторов формирования состава поверхностных вод .....	76
4.1 Оценка качества поверхностных вод в природных условиях ...	77
4.2 Изменение состава вод в результате активизации антропогенной деятельности .....	79
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	81
5.1. Предпроектный анализ .....	82
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	82
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	82
5.1.3. SWOT-анализ .....	84
5.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	86
5.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования .....	89

5.2.	Инициация проекта.....	89
5.2.1.	Цели и задачи исследования.....	91
5.3.	Планирование управления научно-техническим проектом .....	92
5.3.1.	Иерархическая структура работ проекта .....	93
5.3.2.	План проекта .....	93
5.4.	Бюджет исследования.....	95
5.4.1.	Организационная структура проекта.....	102
5.4.2.	План управления коммуникациями проекта.....	102
5.4.3.	Реестр рисков проекта .....	103
5.5.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности .....	104
5.5.1.	Оценка абсолютной эффективности исследования .....	104
5.5.2.	Оценка сравнительной эффективности исследования .....	109
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	114
6.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	114
6.2.	Производственная безопасность .....	116
6.3.	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	117
6.3.1.	Недостаточная освещенность рабочего места.....	117
6.3.2.	Зрительное напряжение.....	121
6.3.3.	Нервно-психические перегрузки .....	122
6.3.4.	Поражение электрическим током.....	122
6.3.5.	Возникновение пожара .....	123
6.4.	Экологическая безопасность .....	125
6.5.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	126
6.6.	Выводы по разделу .....	127
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	128
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	130
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	132
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	144
	ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	146

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе добычи и переработки полезных ископаемых происходит большой геологический круговорот, в который вовлекаются различные системы. Вследствие этого оказывается большое воздействие на экологию региона добычи, и такое воздействие влечет за собой негативные последствия. Вопросы негативного влияния добычи и переработки сырья очень актуальны, поскольку эти процессы затрагивают все сферы Земли.

В результате добычи природного сырья сильно истощаются водоемы как подземные, так и поверхностные, осушаются болота. Поверхностные воды страдают от загрязнений в результате осуществления процесса добычи и переработки ископаемого сырья. Так же, как и в атмосферу, в воду попадает большое количество солей, металлов, токсических веществ, отходов. В результате этого гибнут микроорганизмы, живущие в водоемах, рыба и прочая живность.

Предотвратить экологические проблемы, связанные с загрязнением гидросферы, можно путем сокращения сбросов сточных вод, уменьшения расходов воды при добыче продукции, заполнением образованных пустот водой.

Объектом исследования выступают поверхностные воды Халильского рудного района. Целью исследования является оценка качества поверхностных вод и анализ изменения их состава в результате антропогенной деятельности.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

1. Дать характеристику физико-географических, геологических и гидрогеологических условий территории;
2. Охарактеризовать морфометрию водосборов речной сети на основе ЦМР;

3. Провести анализ ландшафтов и динамики их изменчивости на основе мультиспектральных снимков;

4. Провести анализ локальных особенностей состава поверхностных вод и произвести оценку качества воды для различных видов ее использования (СанПиН 2.3684-21);

5. Провести анализ изменения качества воды в результате антропогенной деятельности

Методика проведения работ включала в себя как классические методы анализа территории исследования, так и применение геоинформационных технологий для обеспечения ее многофакторного и разностороннего анализа.

# 1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геологическое изучение территории Хантайско-Горбиачинского геологического района (бассейны рек Моген, Кулюмбе, Брус, Горбиачин, Хантайка), включающего Халильскую площадь, проводится, начиная с 40-х годов прошлого столетия. Здесь выполнялись маршрутные, поисковые и тематические исследования геологами Норильской КГРЭ, Главного управления Северо-Морского пути (ГУСМП), Научно-исследовательского института геологии Арктики (НИИГА). В результате выполненных работ было изучено геологическое строение района, выявлены первые сульфидные рудопроявления. В начале 50-х годов начались планомерные геологосъемочные работы по созданию Государственных геологических карт масштаба 1:1000 000.

К концу пятидесятых – начало шестидесятых годов прошлого столетия рассматриваемая территория силами сотрудников НИИГА покрывается кондиционной геологической съемкой масштаба 1:200 000. По результатам съемочных и поисковых работ в 1963 г. была составлена и издана Государственная геологическая карта листов R-45-XXXV, XXXVI (Смирнов В.Н., Лившиц Ю.Я., 1963г.).

В 1975-1980 гг., Геологосъемочной экспедиции ПГО «Красноярскгеология» проведено геологическое доизучение масштаба 1:200 000 в пределах Игарско-Туруханской площади (Струнин Б.М., 1980 г.) [1]. Работы сопровождались значительными объемами наземных геолого-геофизических и геохимических исследований, горных работ и бурения.

В 1982-1987 гг., Норильской партией Геологосъемочной экспедиции ПГО «Красноярскгеология» геологическое доизучение масштаба 1:200 000 выполнено в северо-западной части Сибирской платформы (Струнин Б.М.,

1987г.) [2]. Главным итогом этих работ является значительно обновленная геологическая карта Норильского района в масштабе 1:200 000, составленная с учетом всех имеющихся материалов по стратиграфии, магматизму, тектонике и минерации региона. Ранее здесь были выявлены многочисленные рудопроявления вкрапленных, редко сливных руд, связанных с маломощными интрузиями оливиновых долеритов (Кулюмбинская, Силурийская, Сиорд), прорывающих отложения от силурийских (Чамбинская свита) до пермских. Они сопровождаются многочисленными контрастными геохимическими аномалиями меди, никеля, кобальта и хрома, в том числе по коренным породам (долина р. Кулюмбэ), биогеохимическими и гидрогеохимическими. В последних содержания указанных элементов, иногда превышают фоновые на несколько порядков, в том числе в верховья рр. Халиль и Моген, в водах озер, что несомненно свидетельствует о рудной природе скрытых аномалиеобразующих объектов.

В 1992-1997 гг., в пределах Игарско-Туруханского района, южнее площади работ, Туруханской партией ГГП «Красноярскгеология» проведены картосоставительские работы масштаба 1:200 000 (Струнин Б.М., 1997г.) [3]. В процессе работ претерпела изменения и, в целом, стала соответствовать легенде Норильско-Игарской серии стратиграфическая схема района. Получены новые данные по тектонике, глубинному строению, магматизму и полезным ископаемым. В итоге создана современная геологическая основа для перспективного планирования крупномасштабных геолого-съёмочных и поисковых работ, создания металлогенических и других специализированных карт.

В 2014 г., ОАО «Красноярскгеолсъёмка» завершена работа «Составление и подготовка к изданию Госгеолкарты-200 листов Q-45-V, VI, XI, XII (Курейский рудный район)» (Варганов А.С. и др., 2014г.) [4]. Отчет по работам содержит геологические карты, карты четвертичных отложений,

карты полезных ископаемых и закономерностей их размещения, геофизических полей, обобщены и приведены сведения по основным полезным ископаемым.

В 2014 г., на Халильскую, Нирунгдинскую, Нижне-Халильскую, Нирунгдинскую и Могенскую площади ООО «Норильскгеология» получены лицензии на проведение поисковых и оценочных работ на сульфидные медно-никелевые руды. До 2020 г., работы проводились без применения буровых работ.

Геохимические исследования начались в 50-х годах прошлого века. Они выполнялись при геологосъемочных работах масштаба 1:200 000 и представляли собой площадное металлотрическое опробование и выявление вторичных ореолов рассеяния. Основные недостатки: малый объем гидрохимического опробования, узкий набор анализируемых элементов, неравномерная сеть опробования.

В 60-ые годы на прилегающих к Норильску площадях Норильской комплексной геологоразведочной экспедицией начали разрабатываться и широко внедряться в практику геохимические методы поисков сульфидных медно-никелевых руд. В 1972-74 годах в районе озер Хета-Хантайское проводятся гидрохимические поиски (Кузьмин Е.Е., 1974 г.). Были опробованы поверхностные и подземные воды, выработаны с привлечением материалов по Талнахскому и Норильскому месторождениям поисковые критерии Cu-Ni оруденения, выявлены площадные гидрохимические аномалии. Интерпретация материалов проведена без учета геологических и геофизических данных.

В 1978-84 гг., в результате проведенных тематических и площадных комплексных геолого-геохимических исследований были выявлены шлиховые потоки и ореолы с аномальными концентрациями элементов-индикаторов Cu Ni оруденения в поверхностных водах, элювиально-

делювиальных отложениях и коренных породах (Додин Д. А., 1984г.). Все аномалии связаны с точками минерализации, проявлениями и выходами интрузивных пород.

Специализированными геолого-поисковыми работами (Павлов В.Г., 1980 г.) были выявлены в районе геохимические аномалии редких и радиоактивных элементов, молибдена, мышьяка, сурьмы, ртути, вольфрама. В поверхностных и подземных водах бассейна р. Моген установлена высококонтрастная аномалия меди и никеля.

Наиболее детально геохимическое опробование по разным средам выполнялось при групповой геологической съемке отдельных площадей района работ. Результаты отражены в работах Варганова А.С. (1993 г.) и Павлова В.Г. (1988 г.). Работы сопровождались геохимическим опробованием по различным средам.

## **2 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ**

### **2.1. Физико-географические условия**

#### **2.1.1 Географическое положение района**

Район работ находится на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края, в 150 км к юго-востоку от Норильска (Рис. 1).

В географическом отношении лицензионные площади приурочены к северо-западной окраине плато Путорана.

Населенность района крайне низкая. Ближайшим к площадям является поселок Озеро Хантайское в 3 км севернее Халильских площадей, а в 50 км западнее лицензионных площадей на р. Хантайка расположен пгт. Снежногорск. Здесь построена Усть-Хантайская ГЭС, снабжающая электроэнергией объекты Норильского горно-металлургического комбината. В 120 км к юго-западу расположен г. Игарка. Дороги, связывающие населенные пункты между собой и с лицензионными площадями, отсутствуют. Наиболее приемлемым является воздушный транспорт.

Постоянно действующих дорог в пределах площадей нет. Действующих и строящихся газо- и нефтепроводов на территории не имеется.

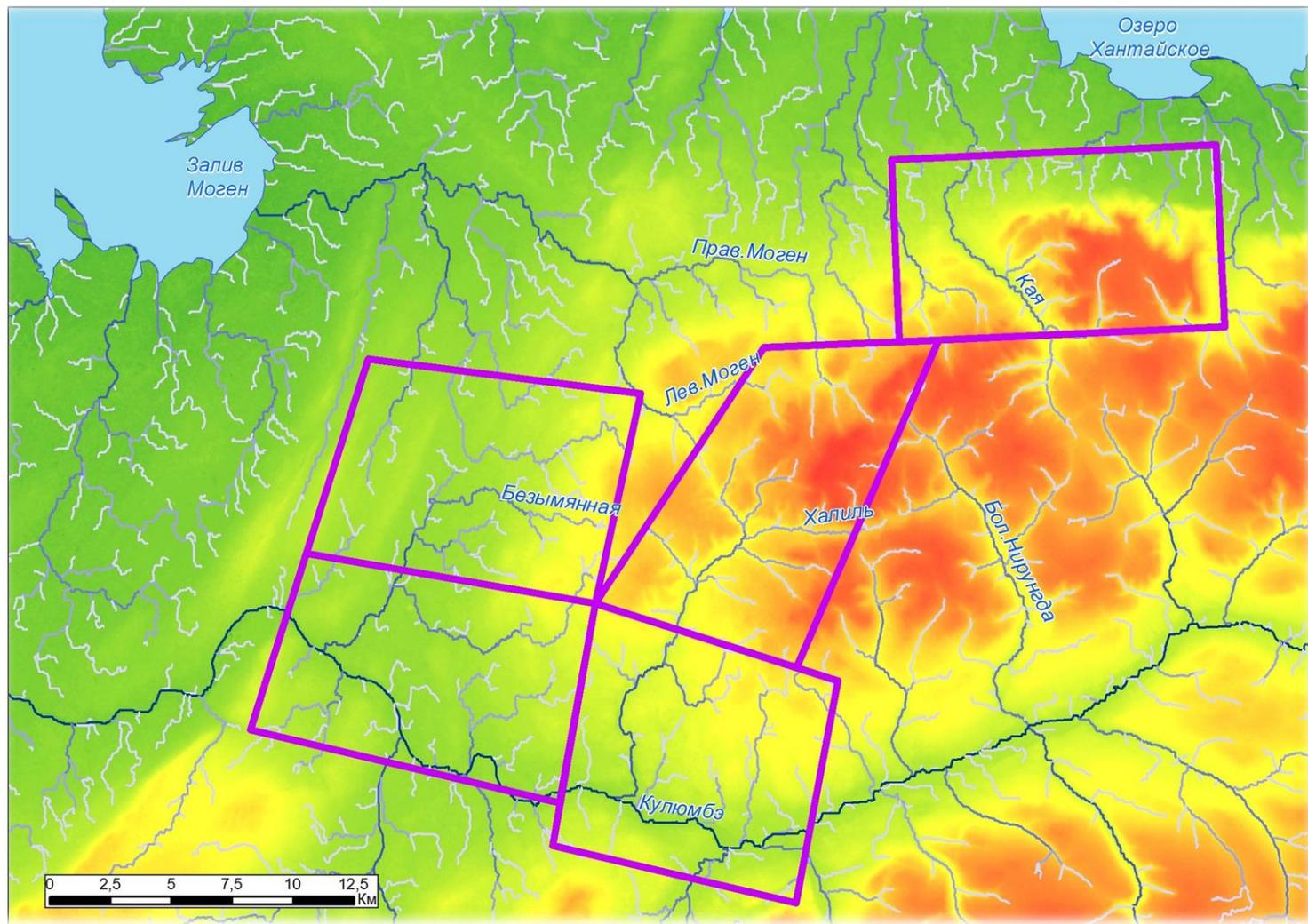


Рисунок 1 - Детальная схема участка работ

### 2.1.2 Рельеф

Рельеф Разведочной площади представлен грядово-увалистыми денудационными и денудационно-аккумулятивными равнинами. Максимальная абсолютная отметка 350 м на северо-востоке территории, минимальная 115 м на правом берегу р. Кулюмбэ в западной части территории. Относительные превышения водоразделов над днищами речных долин в большинстве случаев составляют от 100 до 200 м. Часть площади (10-20%) заболочена.

Рельеф Могенской лицензионной площади в восточной части низкогорный, в западной и центральной частях равнинный с участками грядового. Максимальные абсолютные отметки достигают 530 м в восточной части территории, минимальная отметка 84,8 м на берегу безымянного озера вблизи северо-западной границы площади.

Рельеф Халильской лицензионной площади в восточной части низкогорный, в южной и центральной частях, а также незначительно в северной - равнинный с участками грядового. Максимальные абсолютные отметки достигают 530,0 м в восточной части территории, минимальная отметка 84,8 м на берегу безымянного озера вблизи северной рамки площади. Относительные превышения водоразделов над днищами речных долин колеблются от 10 до 300 м. Часть площади заболочена.

Рельеф Нижне-Халильской площади низкогорный. Максимальная абсолютная отметка 420,0 м находится в северо-западной части площади, минимальная 177,9 м – на левом берегу р. Кулюмбэ. Относительные превышения водоразделов над днищами речных долин в большинстве случаев составляют от 100 до 200 м. Часть площади заболочена.

Рельеф большей части Нирунгдинской площади представлен структурно-денудационным вулканическим плато. Северную часть

площади занимает аккумулятивная ледниковая равнина. Максимальная абсолютная отметка 793,8 м – вершина г. Таймыр, минимальная 114,8 м на северо-востоке площади. Относительные превышения водоразделов над днищами речных долин в большинстве случаев составляют от 100 до 300 м. Часть площади (до 25%) заболочена. Центральная часть территории – типичные столовые горы с крутыми склонами, часто их вершины покрыты верховыми болотами, где встречаются округлые полигональные пятна диаметром 0,5-2 м, лишенные растительности – глинистые медальоны.

### **2.1.3 Климат**

Климат района резко континентальный, субарктический. Средняя температура зимних месяцев  $-25^{\circ}$  -  $30^{\circ}\text{C}$ , в январе-феврале может снижаться до  $-55^{\circ}$  -  $60^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура летних месяцев  $+11^{\circ}$  -  $+14^{\circ}\text{C}$ , в июле-августе максимально достигает  $+30^{\circ}$  -  $+35^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая температура воздуха колеблется от  $-6,4^{\circ}$  до  $-12,1^{\circ}\text{C}$ .

Устойчивый снежный покров образуется в начале октября, разрушается в июне, нередко наблюдается выпадение снега в течение лета. Среднегодовое количество осадков 300-400 мм.

Площадь изучения находится в зоне сплошного развития многолетнемерзлых пород, мощность которых достигает 300-400 м, в днищах долин мощность ММП уменьшается.

### **2.1.4 Гидрография**

Наиболее крупным водотоком района Халильских площадей является р. Кулюмбэ с притоками: р. Бол. Чопко, Яло в нижнем течении в левобережной части долины, р. Халиль - в правобережной.

Река Кулюмбэ пересекает Нижне-Халильскую и Разведочную площадь в широтном направлении с востока на запад в её южной части, впадает в р. Хантайка (залив Кулюмбэ Усть-Хантайского водохранилища). Долина р. Кулюмбэ имеет корытообразный профиль, с широким днищем до 300-500 м. Река изобилует перекатами, а на участках пересечения интрузиями долеритов образует пороги с перепадом от 2 до 5 м. Кулюмбэ вытекает из Средне-Кулюмбинского озера, имеет длину 232 км, площадь водосбора 11500 км<sup>2</sup>. Питание реки снеговое и дождевое. Среднемноголетний расход воды около 150 м<sup>3</sup>/с (объём стока 4,734 км<sup>3</sup>/год).

Речная сеть в пределах Халильской площади представлена правым притоком р. Кулюмбэ рекой Халиль с притоками, в северной части площади – истоки р. Моген (верхнее течение рек Правая и Левая Моген).

Речная сеть в пределах Нирунгдинской площади представлена в основном реками, берущими свое начало в пределах плато и впадающими в оз. Хантайское или в другие мелкие озера, расположенные севернее площади. Это - р. Кая, пересекающая Нирунгдинскую площадь в субмеридиональном направлении, рр. Бульдог, Амнунгда с притоками, р. Пулванэ. В южной части площади берут начало рр. Нирунга, Верх. Нирунга - правые притоки р. Кулюмбэ.

Могенскую площадь с севера на юг пересекает р. Безымянная, являющаяся правым притоком р. Кулюмбэ. В северной части Могенской площади реки Левая и Правая Моген, сливаясь, образуют р. Моген, впадающую в залив Моген Усть-Хантайского водохранилища. На площадях много озер преимущественно термокарстового генезиса и незначительных по размерам.

Режим рек детально не изучался, гидрологических постов в районе нет. Расход воды в водотоках подвержен значительным колебаниям в

течение года. Наибольший сток и наивысшие уровни воды отмечаются в период весеннего паводка, который проходит в конце июня - начале июля. Второй паводок приходится на август - сентябрь, когда он вызывается многодневными дождями.

Реки площадей замерзают в конце сентября-октября, вскрываются в первой половине июня. Относительно мелкие водотоки и водоёмы водораздельных пространств и водосборных бассейнов района в зимний период часто промерзают до дна.

### **2.1.5 Почвы и растительность**

Почвы представлены горными примитивными, подбурами тундровыми и тундровыми глеевыми торфянистыми.

Растительность в районе северо-таежная и лесотундровая. На пониженных участках водоразделов и по речным долинам растет лиственница, ель, береза, реже кедр. Высота деревьев до 10-15 м, диаметр 0,13-0,25 м, плотность произрастания – 3-4 дерева на 1 м<sup>2</sup>. На возвышенностях свыше 300 м – карликовая береза, можжевельник, ольха, ягодные кустарники, ягель.

## **2.2. Геологическое строение**

### **2.2.1 Стратиграфия**

Геологическое строение площади представлено по материалам отчетов о геологическом доизучении масштаба 1:200 000 Норильской площади за 1982-1987 гг. [2], по картосоставительским работам в Игарско-Туруханском районе за 1992-1997 гг. [1], по составлению и подготовке к

изданию Госгеолкарты-200 листов Q-45-V, VI, XI, XII (Курейский рудный район) [4].

В геологическом строении площадей принимают участие терригенно-карбонатные отложения ордовика, силура, девона, угленосные терригенные отложения карбона и перми, базальты триаса, верхнепермские и раннетриасовые вулканогенные образования, и верхнечетвертичные водно-ледниковые отложения (Рисунки 2.1, 2.2). Дочетвертичные породы прорваны многочисленными интрузивными телами траптовой формации, нарушены системами разрывных нарушений в зоне Имангдинско-Летнинского глубинного разлома, Галельского (Халильского) магмоконтролирующего разлома и пересекающего его Кулюмбинского грабена с образованием структуры "битой тарелки", прорваны позднепермскими и раннетриасовыми интрузиями.

#### *Ордовикская система.*

Отложения ордовика выходят на поверхность в незначительном объеме в северо-западном углу Могенской площади. Представлены амарканской свитой ( $O_{2am}$ ), сложенной ритмично-слоистыми аргиллитами, алевролитами и мергелями с единичными прослоями известняков и доломитов, реже гипсов и ангидритов, мощность свиты 30-55 м; загорнинской свитой ( $O_{2-3zg}$ ) мощностью до 110 м, сложенной аргиллитами с линзами и прослоями известняков, единичными прослоями мергелей.

#### *Силурийская система.*

Отложения силура выходят на поверхность в западной части площадей, к западу от Имангдинско-Летнинского глубинного разлома, по которому последние контактируют с девонскими отложениями, выходящими на поверхность к востоку от него. Породы слагают восточное крыло Кулюмбинской антиклинали с пологим ( $10-12^\circ$ ) падением на восток. В составе нижнего отдела силура выделены снизу-вверх чамбинская,

угиюкская, танименская и муктенская свиты нижнего отдела, в составе верхнего отдела - конгдинская и панкагирская свиты. Чамбинская свита ( $S_{1\check{c}m}$ ) мощностью до 140 м представлена темно-серыми и черными аргиллитами, переслаивающимися с глинистыми известняками. В составе угиюкской свиты ( $S_{1ug}$ ) мощностью до 190 м преобладают глинистые известняки, частью детритовые и органические с прослоями известковистых аргиллитов и мергелей.

*Девонская система.*

Отложения девона картируются на поверхности в тектонических блоках только в западной части Нижне-Халильской площади, преимущественно в ядерной части Халильской антиклинали. Выделяются накохозская свита среднего девона, каларгонская и люмская свиты верхнего отдела. Накохозская свита ( $D_{2nk}$ ) выходит на поверхность локально в блоках юго-западной части Нижне-Халильской площади, в долине правого притока р. Халиль. Свита представлена алевритистыми мергелями и подчиненными им по мощности прослоями глинисто-алевритистых известняков и доломитов. Мощность свиты не более 40 м. Каларгонская свита ( $D_{3kl}$ ) пользуется более широким распространением, выходит на поверхность фрагментарно в блоках центральной – западной части площади. Сложена в нижней части (9-12 м) глинистыми доломитами, в средней – доломитизированными известняками (более 15-20 м), в верхней – известняками (более 20-25 м). Люмская свита ( $D_{3kl}$ ) выделена в северо-западной части площади в одном тектоническом блоке. В составе свиты пестроцветные мергели, доломиты, отмечаются прослои гипса и ангидрита мощностью от 2 до 21 м.

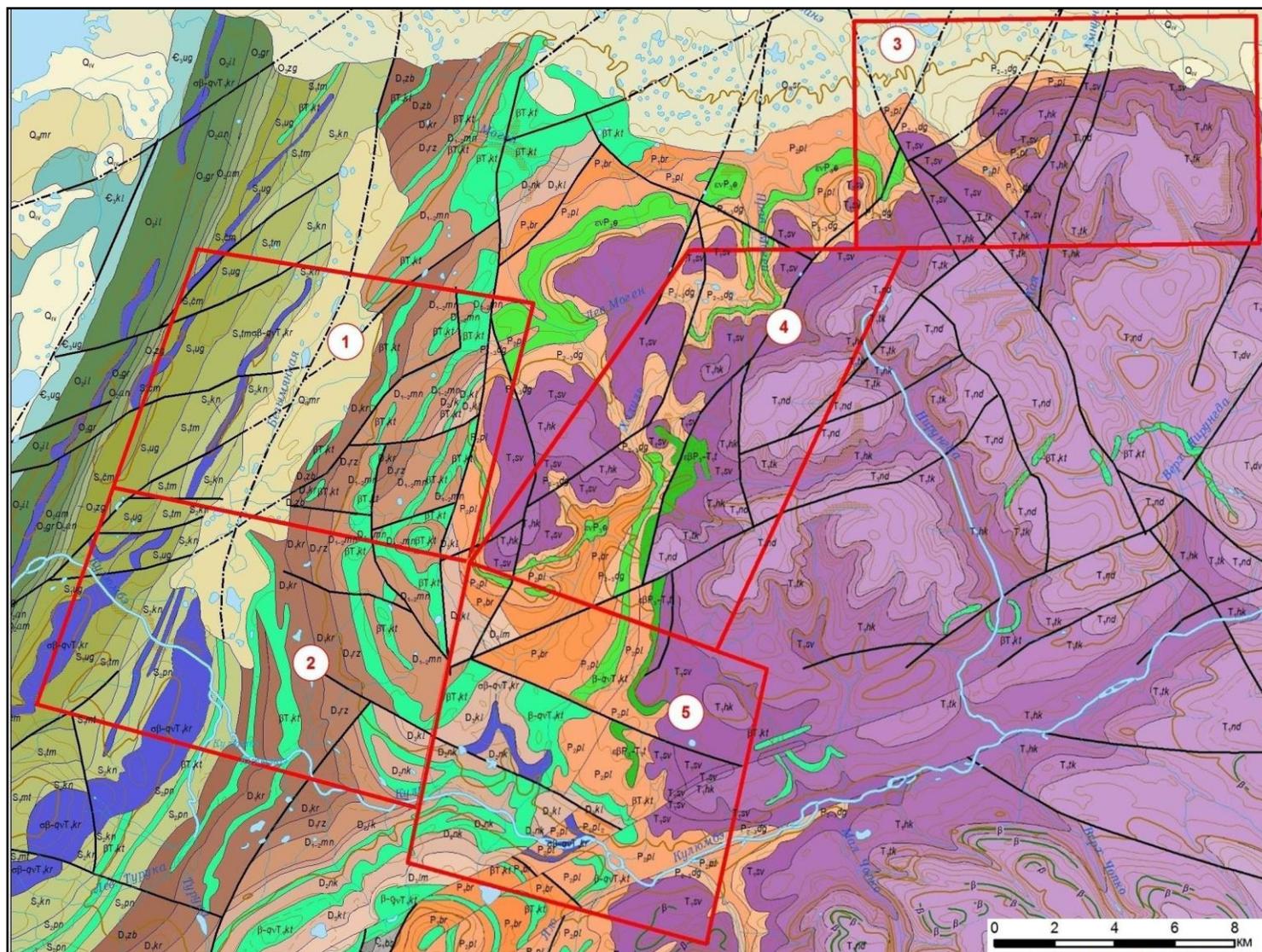


Рисунок 2.1 – Геологическая карта Халильского рудного района



Рисунок 2.2 - Условные обозначения к геологической карте

### *Пермская система.*

Пермские отложения выходят на поверхность фрагментарно у восточных границ площадей. На Разведочной площади пермские отложения представлены бургуклинской свитой нижнего отдела и кайерканской свитой верхнего. Бургуклинская свита ( $P_{1br}$ ) имеет ритмичное строение, сложена алевролитами, песчаниками мелко-среднезернистыми, аргиллитами, углистыми аргиллитами и алевролитами с прослоями известняков, пластами и пропластками углей. Мощность свиты изменяется от 120 до 210 м. Кайерканская свита ( $P_{2kr}$ ) сложена ритмично чередующимися мелко-среднезернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углями. Мощность свиты колеблется от 45 до 95 м. Пеляткинская свита ( $P_{2pl}$ ) сложена ритмично чередующимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями каменного угля, встречаются прослой и линзы известняков и конкреции сидеритов. Мощность свиты колеблется до 110-140 м. Дегалинская свита представлена песчаниками грубо-среднезернистыми, сменяющимися выше по разрезу мелкозернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами, (последние с большим содержанием туфогенного материала), прослоями углистых разностей и редкими пластами каменных углей. Мощность свиты до 180 м.

### *Триасовая система.*

Нижнетриасовые отложения слагают с поверхности восточную часть территории Нижне-Халильской площади, занимают значительные участки Нирунгдинской и Халильской площадей. Согласно уточненной легенде Игарско-Норильской серии представлены они нижней частью туфолавовой толщи, состоящей из сыверминской, хаканчанской, туклонской, надеждинской свит тутончанского горизонта и двурогинской свиты двурогинского горизонта. Сыверминская свита ( $T_{1sv}$ ) преобладает на площадях, представлена довольно однородной пачкой толеитовых и

пойкилоофитовых базальтов мощностью до 120 м. В верхней части разреза встречаются редкие маломощные прослои и линзы туфов. Хаканчанскую свиту ( $T_1hk$ ) слагают туфы и туффиты с редкими потоками базальтов. Нижняя часть разреза тонкообломочная ксенотуфовая либо вулканогенно-осадочная; средняя – существенно ксенотуфовая псефитовая и верхняя часть – вулканогенно-осадочная. Мощность свиты 160-200 м. Туклонская свита ( $T_1tk$ ) сложена зеленовато-серыми и черными базальтами с характерным сочетанием афировой, гломеропорфировой и порфировидной структур. Мощность свиты 80-110 м. Надеждинская свита ( $T_1nd$ ) залегает согласно на туклонской и перекрывается согласно отложениями двурогинской свиты. В строении разреза преимущественно базальты с массивной и порфировой текстурой, флюидалным расположением лейстплагиоклаза в основной массе. В составе пород порфировые, гломеропорфировые, полифировые разности. Отличительная черта разреза – наличие маркирующего горизонта туфов (1-20 м) в основании разреза. Мощность свиты до 250 м. Двурогинская свита ( $T_1dv$ ) залегает согласно на базальтах надеждинской свиты и перекрывается с признаками размыва хоннамакитской свитой. В составе пачки туфов и вулканогенно-терригенных пород, составляющие 70-80% объема свиты, редкие покровы базальтов, прослои и линзы известняков. Свита характеризуется изменчивостью литологического состава и мощности, как в разрезе, так и по простиранию. Общая мощность свиты до 350-410 м.

#### *Четвертичные отложения.*

Отложения практически сплошным чехлом покрывают низменные участки территории, широко развиты на склонах. Генетические типы осадков: ледниковые, водно-ледниковые, аллювиальные и элювиально-делювиальные. По возрасту относятся к верхнему и современному отделам (Рисунки 3.1, 3.2).

*Неоплейстоцен. Верхнее звено.*

Широко развиты отложения основной морены сартанского возраста (gIII<sub>sr</sub>) на всех элементах современного рельефа вдоль рр. Кулюмбэ, Безымянная, Моген. Основная морена сартанского возраста представлена тёмно-серыми неслоистыми суглинками с валунами, галькой и гравием. Основную массу обломков составляют базальты трапповой формации. Мощность основной морены изменяется от первых метров до 60 м, не всегда имеется четкая зависимость от доледникового рельефа. На склонах её чехол прерывист, а мощность не более 5-10 м. Для сартанской морены характерна большое количество валунов и галек высокой степени окатанности, что позволяет предположить неоднократное переотложение морены.

Отложения краевых морен (g<sub>k</sub>III<sub>sr</sub>) выделены фрагментарно по правобережью Кулюмбэ в юго-восточной части Разведочной площади. Это ледниковые образования, возникающие перед фронтом ледника, отмечающие максимальное распространение ледника и фиксирующие стадии его отступления. Краевая морена слагает холмисто-параллельно-грядовую поверхность и состоит из сложно-построенной толщи моренных и флювиогляциальных отложений. Образования краевых морен представлены суглинками, песками с гальками и валунами общей мощностью до 50 м.

Гляциофлювиальные отложения (fIII<sub>sr</sub>) в пределах изучаемой территории картируются также в юго-восточной части Разведочной площади и на Нижне-Халильской, приурочены к правобережью р. Кулюмбэ, слагая ложбины стока ледниковых вод и долинные зандры. Залегают отложения на всех породах ледникового генезиса, образуя аккумулятивные формы рельефа в виде вытянутых гряд, цепочек пологих холмов, серповидных в плане возвышенностей. В высоту они не превышают 3-4 м и десятков метров – в длину. Отложения ложбин стока

представлены гравийно-галечным материалом с валунами, а долины зандров - песчано-гравийным с галькой, супесями. Мощность отложений не более 25 м.

Элювиальные и солифлюкционные отложения (e,sIII-H) отложения встречаются на плосковершинных слабонаклонных (менее 6°) поверхностях водоразделов в пределах Халильской и Нирунгдинской площадей. Обычно это щебнисто-дресвяно-суглинистые отложения мощностью 0,3-0,5 м, постепенно переходящие в трещиноватые, сильно изменённые коренные породы. На отдельных плосковершинных поверхностях грубообломочный элювий образует «каменные моря». На песчаных и карбонатных породах элювий представлен обилием плитчатого щебня, мощностью которого совместно с солифлюкционными супесями и суглинками с щебнем составляет 1-2 м.

Делювиальные и солифлюкционные отложения (d,sIII-H) перекрывают все стратифицированные образования, прерываясь на крутых склонах, выступах и плоских водоразделах, выделяются в западной (узкой полосой) и восточной частях Разведочной и Могенской площадей. Литологический состав и мощность делювиальных и солифлюкционных отложений зависит от состава коренных пород и крутизны склонов (в пределах 6-20°). Максимальная мощность приурочена к подножьям склонов и достигает 10 м. На привершинных участках при постоянном смещении материала и мерзлотного выноса на поверхность грубообломочной фракции наблюдаются щебнистые шлейфы. На интрузивных породах делювиальные и солифлюкционные отложения представлены тяжелыми буровато-коричневыми суглинками с глыбами, щебнем и дресвой, на карбонатных породах - песчано-глинистыми отложениями с мелким щебнем и дресвой, а пермские отложения образуют суглинисто-супесчаный делювий с плитчатым щебнем. Цвет делювия

определяется цветом коренных пород.

Аллювиальные отложения ( $a^1\Pi-N^1$ ) представлены осадками, слагающими первую надпойменную террасу реки Кулюмбэ. Терраса прослежена фрагментами в виде отдельных вытянутых площадок шириной до 5 м. Высота террасы составляет 8-15 м. На отдельных участках долины р. Кулюмбе терраса аккумулятивная, в других случаях - цокольная. Полуторный характер р. Кулюмбе определил состав отложений, слагающих первую надпойменную террасу. В подавляющем большинстве случаев это валунно-галечно-гравийные и галечно-гравийно-песчаные отложения.

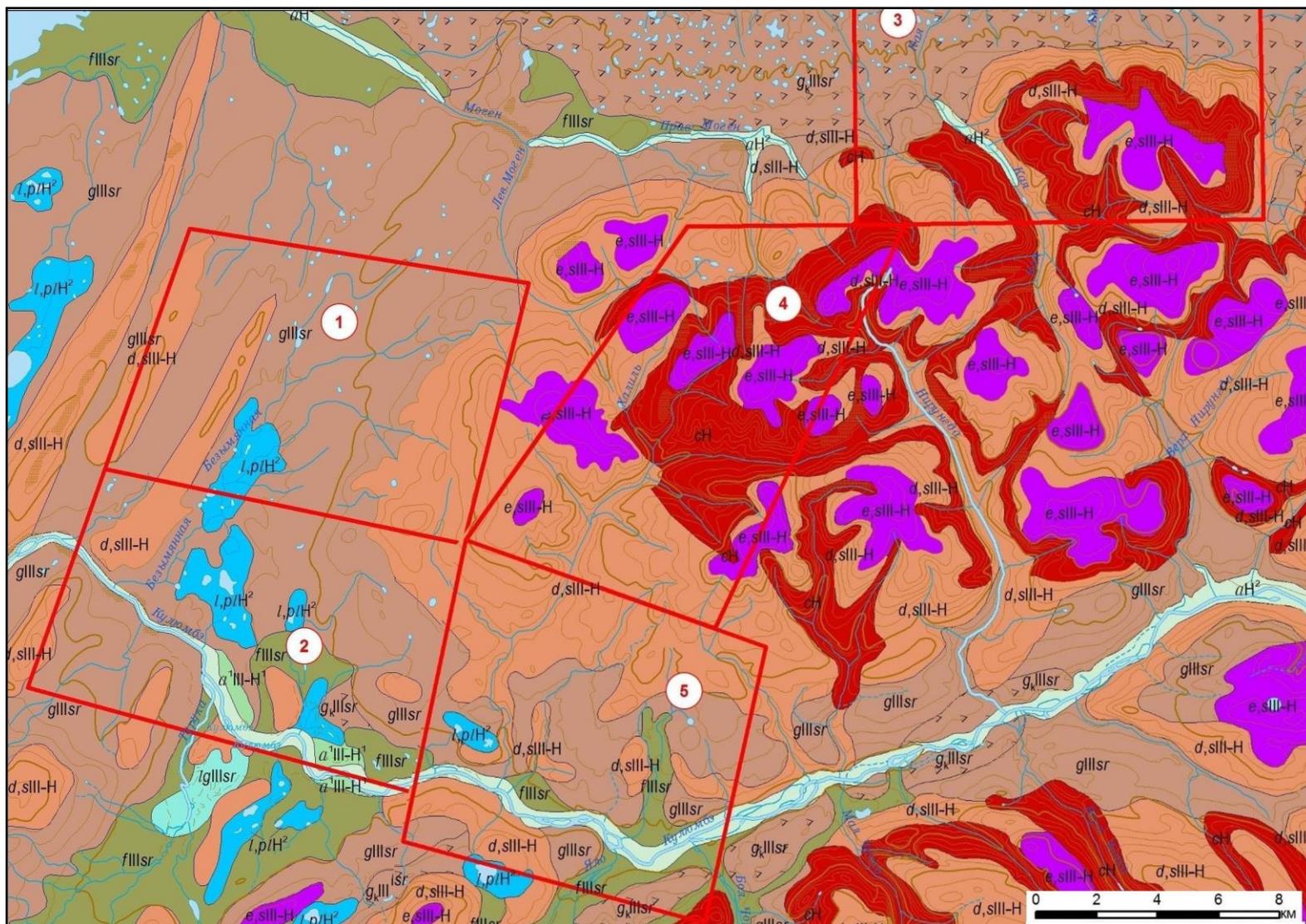


Рисунок 3.1 – Карта четвертичных отложений Халильского рудного района

КВАРТЕР	ГОЛОЦЕН	ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ	$aH^2$	Аллювиальные отложения русел рек и поймы. Галечники, пески, редкие глыбы и валуны (2-6 м)	
			$l,pH^2$	Озерные и болотные отложения. Торф, иловатые суглинки, глины (до 5 м)	
			$сH$	Коллювиальные отложения. Глыбы, щебень, дресва (до 1,5 м)	
	ГОЛОЦЕН	ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА	$a^{III-H^1}$	Верхнее звено неоплейстоцена - нижняя часть голоцена. Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы. Валунно-галечно-гравийные и галечно-гравийно-песчаные отложения (до 10 м)	
			$e,sIII-H$	Элювиальные и солифлюкционные отложения. Щебнисто-дресвяно-суглинистые отложения (до 2 м)	
			$d,sIII-H$	Делювиальные и солифлюкционные отложения. Суглинки с глыбами, щебнем и дресвой, песчанисто-глинистые, суглинисто-супесчаные (до 10 м)	
	ПЛЕЙСТОЦЕН	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО	$gIIIsr$	Отложения основной морены. Суглинки с валунами, галькой и гравием (до 25 м)
				$g_{к}IIIsr$	Отложения краевой морены. Суглинки, пески с галькой и валунами (до 50 м)
				$fIIIsr$	Гляциофлювиальные отложения. Пески, супеси, валуны, галька, гравий (до 25 м)
					Границы лицензионных площадей: 1 - Могенская 2 - Разведочная 3 - Нирундгинская 4 - Жалильская 5 - Нижне-Жалильская

Рисунок 3.2 – Условные обозначения к карте четвертичных образований

### Голоцен.

Аллювиальные отложения пойм и русел рек ( $aH^2$ ) распространены по долине р. Кулюмбэ узкой полосой, представлены фациями руслового, пойменного аллювия. Русловый аллювий состоит из галечников и песков, а при размыве скальных пород и морены к ним добавляются глыбы и валуны. Пойменный аллювий выполнен песками с галькой и гравием, суглинками. Мощность отложений 2-6 м. Пойма аккумулятивная, врезана в ледниковые уровни сартанского возраста.

Озерные и болотные отложения ( $l,pH^2$ ) выделены в долине р. Безымянная и долинах её левых притоков (Могенская площадь), на Разведочной площади выделяются фрагментарно по долинам левых притоков нижнего течения Безымянной и на отдельных участках правобережья Кулюмбэ, приурочены к пониженным частям рельефа с гипсометрическими отметками от 200 м и ниже. Представлены они торфом, илами, суглинками и достигают мощности 6 м. Они

приурочены к участкам развития морены, озерно-ледниковых и гляциофлювиальных отложений, где в послеледниковое время сохранились остаточные озера, в дальнейшем активно зарастающие. На месте этих озёр накопились, в основном, иловатые глины и суглинки, а также торфяники.

Коллювиальные отложения (сН) формируются на склонах крутизной более 30° вследствие перемещения материала под воздействием силы тяжести, обычно в виде шлейфов крупнообломочного материала, оконтуривая выходы коренных пород. В местах выхода интрузивных пород коллювиальные отложения представлены крупноглыбовыми россыпями, по периферии могут образовываться курумы. Формирование глыбовых накоплений связано с повсеместным развитием вечной мерзлоты и неправильной столбчатой отдельностью. На осадочных породах коллювиальные отложения образуют плитчатые и щебневые россыпи. Мощности коллювиальных образований в пределах площади работ достигает 1,5 м.

## **2.2.2 Интрузивные образования**

Магматизм широко проявляется в пределах площадей, представлен позднепермскими и раннетриасовыми интрузиями.

По морфологии и условиям залегания интрузивные траппы подразделяются на типы.

Пластовые тела. Пластовые интрузии очень часто являются межформационными в породах палеозоя и имеют ярусное строение. Нижняя граница зоны интенсивного насыщения траппами составляет 2-2,5 км и приурочена к подошве отложений среднепалеозойского яруса. Пластообразные секущие тела сложной формы характерны для мощных дифференцированных интрузий, локализованных в приразломных структурах проседания и грабенах. Дайки, дайкообразные тела, штоки имеют распространение в туфогенных

отложениях триаса и фронтальных частях мощных интрузий, тектонических разломах.

Ергалахский интрузивный комплекс ( $\tau\beta P_2er$ ). Крупное пластовое тело трахидолеритов, локализованное в отложениях каларгонской и бургуклинской свит верхнего девона - нижней перми, выходит на поверхность в северо-западной части территории в долине р. Халиль. Мощность тела до 100 м.

Тымерский комплекс трахидолеритовый ( $e\beta P_3-T_1t$ ) представлен недифференцированными интрузиями.

Имеют локальное распространение, представлены субпластовыми телами мощностью до 40 м, залегающими в терригенно-угленосных отложениях перми. Сложены интрузии двумя разновидностями: массивными толеитовыми долеритами черного цвета и мелко-среднезернистыми пойкилоофитовыми титан-авгитовыми долеритами.

Катангский интрузивный комплекс ( $\beta T_1kt$ ). Слабодифференцированные интрузии широко распространены в зоне Имангдино-Летнинского и Курейского разломов. Они размещаются на разных стратиграфических уровнях от нижнего палеозоя до раннего мезозоя включительно. Залегают в виде силлов, пластово-секущих, секущих тел и штоков, часто прослеживаются на десятки километров. В зонах региональных разломов интрузии залегают в виде секущих тел протяженностью 20-30 км.

Интрузивные тела катангского комплекса прорывают позднепермские - раннетриасовые интрузии субщелочных долеритов ергалахского и тымерского комплексов, вытянуты в основном, в субмеридиональном направлении, локализованы в отложениях девона, карбона и перми, часто на контакте разновозрастных отложений, реже в вулканитах нижнего триаса. Интрузии сложены серыми, темно-серыми и зеленовато-серыми долеритами и оливиновыми долеритами. Мощность интрузий обычно не превышает первых десятков метров, реже достигает 200-300 м.

Курейский интрузивный комплекс. На Нижне-Халильской площади выделяется в отложениях девона интрузивное тело джалтулинского типа (èv-âT<sub>1</sub>kr). Это полнодифференцированные интрузии. В составе интрузии пикритовые габбродолериты, троктолитовые и оливиновые габбродолериты, оливинсодержащие и безоливиновые габбродолериты, кварцевые габбродолериты, габбродолериты.

### 2.2.3 Тектоника

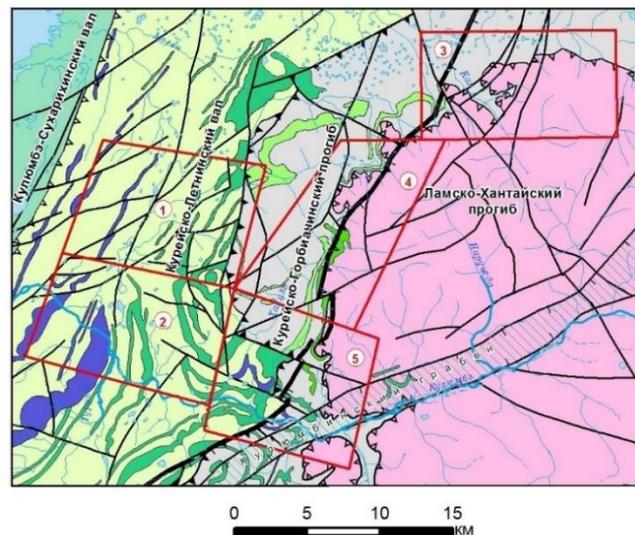
Площадь работ расположена в северо-западной части Сибирской платформы на границе структур 2-го порядка: Хантайско-Рыбнинского вала на западе и Ламско-Хантайского прогиба на востоке (Рисунок 4).

Граница между ними проходит по зоне Имангдинско-Летнинского глубинного разлома субмеридионального направления. Разлом проходит через центральную часть площадей, представляет собой широкую (от 2-5 до 10-20 км) мобильную зону, представленную серией сближенных сбросов, сбросо-сдвигов, взбросов, надвигов, приразломных линейных складок, грабенов, многочисленных интрузий и полей метасоматитов сквозного развития. В северной части площади основной шов перекрыт верхнечетвертичными отложениями муруктинского горизонта.

С востока площадь ограничивается Могенским магмо - и рудоконтролирующим разломом (грабеном), сопряженным с Имангдинско - Летнинским глубинным разломом. Глубинные разломы сопровождаются оперяющими разломами СВ и СЗ простирания, создающими сложную блоковую структуру поверхности. По возрасту разломы разделяются на доинтрузивные и послеинтрузивные.

Площадь к западу от Могенского разлома относится к восточному борту Кулюмбинской антиклинали, расположенной в юго-восточной части

Хантайско-Рыбнинского (Кулюмбэ-Сухарихинского) вала в бассейне рр. Кулюмбэ и Моген. Кулюмбинская антиклиналь прослежена в северо-восточном направлении на 45 км при ширине от 40 км в долине р. Кулюмбэ до 20-15 км в верхнем течении р. Хантайка.



Условные обозначения



Рисунок 4 – Тектоническая схема Халильского рудного района

Углы падения пород юго-западного её крыла - 12-25°, возрастают вблизи зон многочисленных малоамплитудных надвигов до 50-60°, вплоть до опрокинутого залегания. К востоку наблюдается гофрировка слоев, осложненных флексурными перегибами и взбросами в зоне Имангдинско-Летнинского и сопровождающего его Могенского разломов, срезающих структуру с запада. Площадь к востоку от Могенского разлома относится к Ламско-Хантайскому прогибу.

### 2.3. Геоморфология

Район располагается на стыке морфоструктур первого порядка – плато Путорана, Северо-Сибирской и Западно-Сибирской низменностей. В морфологическом плане Северо-Сибирская и Западно-Сибирская низменности являются унаследованными областями устойчивого прогибания земной коры – Западно-Сибирской плиты и Енисейско-Хатангского прогиба. Низменности представляют собой аккумулятивные равнины с высотными отметками, не превышающими 200 м над уровнем моря.

Плато Путорана от соседних низменностей отделено уступами высотой до 150-200 м. Сложено плато туфо-базальтовой пермо-триасовой толщей мощностью до 4000 м. Пластовый характер толщи, в которой базальтовый покров играет роль бронирующих слоев предопределили врезанную ступенчатую морфоскульптуру плато. В пределах Норильского промышленного района плато Путорана представлено своими северо-западными отрогами: Норильским плато, плато Хараелах и плато Сыверма.

Непосредственно на площадь работ юго-западными отрогами заходит плато Сыверма. Максимальная высота водоразделов здесь до 838,4 м, а глубина расчленения достигает 300 м. К наиболее характерным особенностям рельефа плато Сыверма относятся радиально расходящиеся глубоко врезанные долины,

заняты так называемыми Великими Сибирскими озерами – Хантайским, Кета, Лама, Глубоким.

Большую часть территории занимают структурно-денудационный и денудационный рельефы, приуроченные к участкам, сложенным коренными скальными породами верхнего девона - нижнего триаса: различными базальтами, туфами, долеритами, известняками, доломитами, мергелями.

Выделяются следующие типы денудационного рельефа: поверхности выравнивания, склоны плоскостного смыва и солифлюкции, эрозионные склоны [4].

Поверхности выравнивания плоские и слаборасчлененные созданы процессами комплексной денудации, не занимают значительных площадей, для них характерно островное распространение. В плане они представляют собой округлые, вытянутые, изометричные плоские или слабоволнистые поверхности, ограниченные со всех сторон крутыми склонами, которые, постепенно снижаясь, переходят в склоны и поверхности, перекрытые ледниковыми отложениями.

Склоны плоскостного смыва и солифлюкции образованы денудационно-эрозионными процессами при заложении долиной сети и экзарацией плейстоценовых ледников на протяжении длительного периода с неогена по голоцен. Важной характеристикой склонов является их крутизна. Пологие склоны ( $2-10^\circ$ ) чаще всего отмечаются в вершинных частях возвышенностей, где непосредственно примыкают к фрагментам вершинных поверхностей и служат их продолжением к более крутым склонам. Непосредственно большим распространением пользуются пологие склоны, перекрытые ледниковыми отложениями. Они обрамляют подножья возвышенных массивов и сменяются по высоте вверху более крутыми склонами, внизу плоскими или холмистыми поверхностями, сложенными мореной или водно-ледниковыми отложениями. На пологих склонах идут процессы солифлюкции и делювиального сноса. Мощность рыхлых отложений в нижней части склонов достигает 10 м.

Склоны средней крутизны ( $10-20^\circ$ ), не перекрытые ледниковыми отложениями, обрамляют фрагменты вершинных поверхностей и широко распространены по бортам глубоко врезанных участков долин рек. На поверхности этих склонов наблюдается полосы лесной растительности шириной 15-20 м, разделенные полосами безлесного курумника. Поверхность курумов неровная. Размер глыбовых отдельностей от десятков сантиметров до 1,5-2 м. Кроме того, можно отметить участки заросших курумов, где промежутки между глыбами заполняются мелкоземом, и на них появляется дернина, кустарниковая и древесная растительность. На таких склонах идут процессы солифлюкции совместно с десерпцией. Склоны средней крутизны, перекрытые ледниковыми отложениями, располагаются вблизи подножья возвышенных массивов. На них активно протекают делювиальные и солифлюкционные процессы с образованием натечных форм микрорельефа – поперечных валиков, «языков», террас.

Склоны эрозионные крутизной более  $25^\circ$ , созданные глубинной и боковой эрозией рек, чаще всего приурочены к скальным выходам стойких к разрушению пород – долеритов, базальтов. На крутых склонах активно протекают обвальнo-осыпные и оползневые процессы, наблюдаются обрывы и уступы, а в нижней части развивается полоса курума.

Среди форм аккумулятивного рельефа выделяются следующие типы: озерный, флювиальный и среди гляциогенных форм - ледниковый, озерно-ледниковый, водно-ледниковый. Формы рельефа: озерные котловины, среди флювиального типа - поверхности речной аккумуляции (русло, пойма и первая надпойменная терраса).

Формирование аккумулятивного рельефа территории в основном связывается с деятельностью позднечетвертичных оледенений – муруктинского и сартанского. Деятельность последнего оледенения – сартанского почти нацело уничтожило все следы деятельности более древних оледенений.

## **2.4. Гидрогеологические и геокриологические условия района работ**

Для описания гидрогеологических и геокриологических условий использованы прежде всего материалы комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 соседних листов R-45-XXII, XXIII; XXVIII, XXIX [5] и отчетов по геологическому доизучению и составлению Госгеолкарты территорий [1,2,4] и др.

В гидрогеологическом отношении площади расположены в пределах Сибирского сложного артезианского бассейна (ССАБ), в северо-западной части Тунгусского артезианского бассейна, являющегося структурой второго порядка в составе ССАБ. Гидрогеологические особенности территории определяются наличием в районе многолетней мерзлоты, оказывающей влияние на условия питания, динамику и химизм подземных вод, и геологическим строением района. Верхняя граница многолетней мерзлоты располагается на глубинах 0,2-3,0 м от поверхности. В этих пределах находится и мощность деятельного слоя. Ниже его располагается аккумуляционный слой мощностью от 6 до 25 м и более, за которым следует зона устойчивой многолетней мерзлоты с температурами от -5° до -7°. Мощность толщи многолетней мерзлоты составляет 200-300 м. Мерзлота, однако, не является сплошной, в долинах крупных рек и под днищами озер распространены талики.

По характеру взаимоотношений с многолетней мерзлотой подземные воды подразделяются на надмерзлотные (собственно надмерзлотные и воды деятельного слоя) и подмерзлотные. Надмерзлотные воды распространены локально, преимущественно в долинах рек и озер. Эти воды представляют собой фильтрационный поток, формирующийся за счет просачивания с поверхности водосборов атмосферных осадков и конденсационных вод. Водоносный горизонт надмерзлотных вод функционирует периодически (с июня по октябрь).

В течение остальных, более холодных, месяцев подземные воды этого горизонта перемерзают, образуя в периоды неполного промерзания водоносного слоя многочисленные наледи. Водовмещающими породами являются делювиальные, аллювиальные, ледниковые и флювиогляциальные отложения. Водопроницаемость их весьма различна и характеризуется коэффициентом фильтрации от 1,0 до 30,0 м/сут (коэффициент фильтрации супесей и суглинков менее 1,0 м/сут.). Разгрузка надмерзлотных вод происходит в нисходящих источниках дебитом не более 0,1-0,2 л/с. Воды относятся преимущественно к гидрокарбонатным кальциевым или смешанным, весьма пресные, мягкие, рН их в большинстве менее 7 [5].

Подмерзлотные воды пользуются широким распространением и сосредоточены, главным образом, в валунно-галечниковых отложениях древних переуглубленных эрозионных долин и в коренных породах различного состава и возраста. Основными очагами разгрузки глубинных подмерзлотных вод служат крупные тектонические разломы и, в особенности, участки пересечения региональных разломов с поверхностями древних эрозионных врезов. Питание подмерзлотных вод происходит в основном за счет инфильтрации вод поверхностного стока и атмосферных осадков на участках распространения таликов и зон тектонических нарушений. Общей чертой для всех подмерзлотных вод является наличие довольно значительного (50-150 м) напора.

Учитывая, что формирование химического состава подземных вод связано с литолого-минералогическим составом водоносных пород, можно подразделять подмерзлотные воды на отдельные горизонты, приуроченные к четвертичным отложениям, угленосно-терригенным отложениям перми, карбонатно-галогенным отложениям девона, карбонатно-терригенным отложениям силура, водам рудоносных интрузий.

*Воды четвертичных отложений* распространены повсеместно и залегают в аллювиальных, ледниковых и водно-ледниковых отложениях. Литологически

отложения представлены валунно-галечниковыми образованиями, валунными суглинками, песками, супесями, гравием и галькой. Мощность водоносного горизонта весьма непостоянна и достигает 20,0-30,0 м. Водопроницаемость четвертичных отложений весьма различна и связана, в основном, с характером заполнителя. Так, коэффициенты фильтрации суглинков и супесей колеблются от 0,001 до 3,0 м/сут. В долинах рр. Ергалах, Амбарной и оз. Мелкого коэффициенты фильтрации песчано-гравийных отложений составляют 15,0-20,0 м/сут. По химическому составу воды четвертичных отложений являются преимущественно гидрокарбонатными кальциевыми, реже гидрокарбонатными натриево-кальциевыми с минерализацией до 0,3 г/л. В Норильском промышленном районе воды четвертичных отложений образуют самый водообильный горизонт, особенно на участках древних переуглубленных долин эрозионно-тектонического происхождения. Эти воды представляют наибольший интерес с точки зрения использования их для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

*Воды вулканогенных образований триаса* трещинно-жильного типа. Водовмещающими породами являются базальты, туфы, туффиты, туфобрекчии. Водопроницаемость водовмещающих пород на изученных участках НПП характеризуется коэффициентами фильтрации около 0,0001, а в разрушенных зонах до 0,5-1,0 м/сут. Водообильность триасовых пород там же изменяется от 0,01 до 0,2 л/с, в трещиноватых разностях она увеличивается до 0,8-1,5 л/с. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные натриевые с минерализацией до 1,0 г/дм<sup>3</sup>.

*Воды пермских отложений* трещинно-порово-пластовые, имеют локальное распространение. Водовмещающими породами являются песчаники, алевролиты и аргиллиты. Водообильность отложений на изученных участках НПП колеблется от 0,25-1,0 до 43,0 л/с. По химическому составу воды

преимущественно гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 140-340 мг/дм<sup>3</sup>.

*Воды отложений девона* карстово-трещинно-пластовые. Водовмещающими породами являются известняки, доломиты, мергели, аргиллиты, алевролиты с прослоями гипсов, ангидритов, галита. Мощность водоносного горизонта изменяется от 5 до 100 м и более. Коэффициенты фильтрации этих пород на изученных площадях НПР 0,0003-1,0 м/сут. Водоносный горизонт повсеместно обладает напором. По химическому составу воды преимущественно сульфатные кальциевые, реже сульфатные натриевые или смешанные. Минерализация 1,0-3,5 г/л. Общей закономерностью является увеличение минерализации с глубиной.

*Воды силурийских отложений* карстово-трещинно-пластовые и карстово-трещинные. Водоносными являются известняки, доломиты, мергели, аргиллиты с прослоями гипсов и ангидритов. Общая мощность их непостоянна - 50,0-150,0 м и более. Водопроницаемость этих отложений характеризуется коэффициентом фильтрации от 0,005 до 6,0 м/сут. По химическому составу воды являются, в основном, сульфатными кальциевыми, реже сульфатными натриевыми и кальциево-натриевыми. По величине минерализации слабосоленоватые (1,3-3,5 г/л).

*Воды рудоносных интрузий* относятся к трещинному типу, приурочены к многочисленным пластообразным и секущим телам долеритов, оливинсодержащих долеритов и габбро-долеритов нижнетриасового возраста. Различная степень трещиноватости пород обуславливает их неравномерную водообильность и водопроницаемость. Коэффициент фильтрации пород на изученных площадях НПР 0,0001-0,05 м/сут. Зоны повышенной водообильности отмечаются на контактах с вмещающими интрузию карбонатно-терригенными отложениями. По химическому составу воды хлоридные натриевые, хлоридные кальциево-натриевые или натриево-кальциевые. Минерализация 0,5-2,5 г/л,

редко до 10 г/л. Воды интрузивных тел могут представлять интерес на участках пересечения их разрывными зонами. В Норильском районе воды рудоносных интрузий с относительно невысокой минерализацией (0,5-2,5 г/л) могут служить косвенным поисковым признаком на сульфидное медно-никелевое оруденение.

К основным факторам, определяющим гидрогеологические условия территории, относятся геокриологические особенности. По существующему геокриологическому районированию исследуемый район относится к Енисей-Путоранскому региону, Хантайской геокриологической области, в пределах которой мощность ММП увеличивается от 15-30 м в долинах рек до 100 м на присклоновых участках и до 300-400 и более м на плато. Сквозные талики возможны только в области наиболее крупных тектонических нарушений. Талики под водотоками, как правило, незначительны. Экзогенные геологические процессы, связанные с ММП, разнообразны. К числу их относятся бугры пучения, морозобойные трещины, полигонально-жильные льды, пятна - медальоны, каменные многоугольники и термокарст. Тип и характер развития экзогенных процессов определяется приуроченностью к определенному геоморфологическому элементу. На участках преобладающей денудации (горная и предгорная части района) наиболее развиты процессы криогенного выветривания, в частности, одна из его разновидностей - нивация. На склонах развиваются курумы. Нередко курумы приурочены к долинам временных водотоков.

В нижней части склонов, в области преобладающей аккумуляции, где в разрезе присутствуют тонкодисперсные отложения, а также на склонах речных долин, развиты процессы солифлюкции, проявляющейся в рельефе в виде валов и гряд в основании увлажненных склонов. На локальных участках стабилизации денудации, в горной части района, распространены процессы морозной сортировки пород.

В равнинной части района, являющейся областью относительной стабилизации, криогенные процессы отличаются большим разнообразием. На участках распространения сильнольдистых отложений широко проявляется морозобойное растрескивание, приводящее к формированию на поверхности полигонально-блочного рельефа, а в трещинных зонах - грунтовых жил. В областях развития ледниковых отложений распространены процессы пучения с образованием торфяных бугров и процессы термокарста с образованием многочисленных озер. Процесс циклического взаимопреобразования инъекционных бугров пучения и термокарстовых озер является основным в рельефообразовании. На водотоках образуются наледи.

## **2.5. Общая характеристика ландшафтов**

Район работ приурочен к стыку аккумулятивной Северо-Сибирской низменности и западным предгорным и среднегорным массивам плато Путорана. Основные ландшафтно-геологические системы в районе работ представлены Хантайско-Рыбнинской межгорной впадиной и отрогами плато Путорана.

Хантайско-Рыбнинская межгорная равнина сложена преимущественно ледниковыми суглинками, валунно-гравийно-галечными отложениями, реже супесями и глинами, залегающими на терригенно-карбонатных породах палеозоя. Рельеф этой равнины достаточно плоский с небольшими моренными грядами. На территории распространены глеево-мерзлотные и болотно-мерзлотные почвы, отмечаются и мерзлотно-таежные кислые, тундровые глеевые типичные почвы. Геокриологические особенности осложняются наличием сквозных и подрусловых несквозных таликов и наличием мощных водоносных горизонтов. Температура пород от  $-5^{\circ}$  до  $+7^{\circ}$  [6]. В пределах этой ландшафтно-геологической системы проявляются самые разнообразные

процессы: на участках таликов возможно пучение, на участках с мерзлыми высокотемпературными грунтами – термокарст и термоэрозия. Опасность этих процессов увеличивается при наличии пластовых льдов.

Плато Путорана в районе работ представлено своими юго-западными отрогами - плато Сыверма, являющимся морфоструктурой второго порядка.

В природной зоне высокоярусных горных ландшафтов с тундровыми и мерзлотно-тундровыми почвами выделена одна ландшафтная система – зона денудационных ступенчатых плато, в пределах района работ которой соответствует северо-западная окраина Средне-Сибирского плоскогорья. Эта ландшафтная система сложена эффузивными и интрузивными образованиями преимущественно триаса с маломощным чехлом рыхлых осадков (элювиально-делювиальных, ледниковых, аллювиальных, пролювиальных). Литологический состав чехла разнообразен: суглинки, валунно-галечные, валунно-щебнистые, валунно-глыбовые разности. Абсолютные отметки ландшафтов 600 и более метров. Склоны плато, сформированные в данной ландшафтно-геологической системе, крутые. Плато резко расчлененное разломами, по которым часто встречаются озерные котловины. Преобладают морозные породы с низкочленистой текстурой. Устойчивость грунтов высокая. Из неблагоприятных экзогенных процессов чаще всего развиты осыпные, возможны сели. В растительном покрове прослеживается высотная зональность. Выделяется 4 пояса: лесотундровый, подгольцовый, гольцовый, (горно-тундровый), пояс холодных пустынь. В лесотундровом поясе кустарничковые лиственничные с примесью ели и березы леса, из кустарничковых – ольха, из кустарничковых - брусника, голубика. В подгольцовом ярусе преобладают ольха с голубикой и ерником, реже встречается лиственница. В гольцовом поясе тундры с травяной растительностью, преобладают лишайники на крупноглыбовых развалах. Почвы глеево-мерзлотные и мерзлотно-таежные кислые и горные мерзлотно-таежные.

На Халильской площади преобладают ландшафты ступенчатых плато, большая часть площади занята плоскими вершинными поверхностями и склонами, сформированными на вулканогенных. Растительность - лиственница, ель, береза; широко распространены кустарничковые с мохово-лишайниковым покровом. Незначительные площади в северной, центральной и юго-западной частях территории на терригенно-карбонатных и карбонатных породах занимает грядово-увалистая денудационная равнина, что соответствует округлым вершинным поверхностям и пологим склонам. В древостое преобладает лиственница, встречается ель сибирская, широким распространением пользуется карликовая береза. Для данного природного комплекса характерно развитие кустарничков и мохово-лишайникового покрова.

На Нирунгдинской площади значительную часть занимает структурно-денудационное плато, выделенное на вулканогенных и интрузивных породах. Наиболее возвышенные, водораздельные части плато занимает преимущественно арктическая каменистая и мохово-лишайниковая тундра, встречаются участки ледников или снежников. На верхних частях склонов и поверхности на высотах ниже 500-550 м плато растительность представлена редколесьем (лиственница) и кустарниковой тундрой, в долинной части лиственнично-еловые леса северной тайги (ниже 300-350 м). Структурно-денудационное плато характеризуется одним природным комплексом, развитым на плоских и округлых вершинных поверхностях и преимущественно средней крутизны склонах.

На терригенных отложениях верхнепермского возраста сформирована денудационная возвышенная равнина, приуроченная к плоским и полого выпуклым вершинным поверхностям и пологим склонам, сформированным на терригенных пермских породах и перекрытым элювиальными и делювиальными щебнем, обломками, глыбами с суглинистым и супесчаным заполнителями. Растительность северо-таежная. В древостое преобладает лиственница,

встречается ель сибирская, береза, из кустарников распространена ольха, из кустарничковых – брусника, голубика, багульник.

В северной части площади выделяется аккумулятивная ледниковая равнина, характеризующаяся холмисто-западинными и мелкобугристыми поверхностями, сложенными валунными суглинками, галечниками, песками ледниковыми, водно-ледниковыми, озерными. Растительность представлена ерниковыми лиственничными и елово-березово-лиственничными лесами, в подлеске кустарники (ольха, ива), травяно-кустарничковые или мохово-лишайниковые. Сезонно-талый слой маломощный, часто на глубине 0,2 м отмечается мерзлота. Реки начинаются в пределах горной части площади, имеют простой режим. Питание их преимущественно дождевое и снеговое, с небольшим процентом подземного.

В пределах Нижне-Халильской площади распространен преимущественно денудационный тип рельефа. Аккумулятивный тип представлен поймами и надпойменными террасами, имеет подчиненное значение.

Значительную часть площади занимают денудационные равнины на карбонатно-терригенных породах. Предыдущими исследованиями в пределах данного ландшафта выделен природный комплекс, соответствующий округлым и плоским вершинным поверхностям, и пологим склонам, сформированным на терригенно-карбонатных породах, прорванных дайками и пластовыми телами интрузивных пород основного состава и перекрытыми элювиальными и делювиальными отложениями - щебнем, обломками и редкими глыбами с супесчаным и суглинистым заполнителями. В закопушах под почвенно-растительным слоем обычно вскрываются суглинки бурые с обломками известняков, мергелей, доломитов, реже со щебнем песчаников. Растительность - лиственница, ель, береза, широко распространены кустарничковые с мохово-лишайниковым покровом.

В северной, центральной и южной частях территории на терригенных породах перми, перекрытых элювиальными и делювиальными щебнем, обломками и редкими глыбами с супесчаным и суглинистым заполнителями выделена денудационная равнина. Природный комплекс соответствует округлым вершинным поверхностям и пологим склонам. В древостое преобладает лиственница, встречается ель сибирская, широким распространением пользуется карликовая береза. Для данного природного комплекса характерно развитие кустарничков и мохово-лишайникового покрова. В восточной части участка на вулканогенных породах основного состава, перекрытых элювиальными и делювиальными отложениями предыдущими исследованиями выделен природный комплекс, приуроченный к плоским и округлым вершинным поверхностям и пологим склонам плато. В растительном покрове из древостоя преобладает лиственница, по склонам встречаются ель, береза, в нижней части склона кустарники. Повсеместно распространена карликовая береза, кустарничковые, лишайники.

В пределах Разведочной площади выделено два природных комплекса, соответствующие двум типам рельефа. Выпуклые вершинные поверхности и пологие склоны на грядово-увалистых денудационных возвышенных равнинах сформированы на терригенно-карбонатных и карбонатных породах, прорванных дайками и пластовыми телами интрузивных пород основного состава и перекрытыми элювиальными и делювиальными отложениями - щебнем, обломками и редкими глыбами с супесчаным и суглинистым заполнителями. В закопушах под почвенно-растительным слоем вскрываются суглинки бурые с обломками известняков, мергелей, доломитов, реже щебнем песчаников. Растительность - лиственница, ель, береза, широко распространены кустарничковые с мохово-лишайниковым покровом. Значительную часть площади занимают денудационно-аккумулятивные холмисто-западинные и

ледниковые и водно-ледниковые равнины с чехлом, представленным валунными суглинками, галечниками с песчаным заполнителем и песками.

В восточной части Могенской площади на структурно-денудационном плато сформирован природный комплекс, представленный плоскими вершинными поверхностями, структурными террасами и пологими склонами на вулканогенных породах основного состава, перекрытыми элювиальными и делювиальными щебнем, обломками и глыбами с суглинистым и супесчаным заполнителями. На грядово-увалистых денудационных равнинах Могенской площади выделен природный комплекс, сформированный на полого-выпуклых и выпуклых вершинных поверхностях, и пологих склонах, сложенных терригенно-карбонатными и карбонатными породами, прорванными дайками и пластовыми интрузиями основного состава, перекрытыми элювиальными и делювиальными щебнем, обломками, редкими глыбами с супесчаным и суглинистым заполнителями.

Для описания ландшафтов исследуемой территории были использованы фондовые и архивные материалы.

### 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

#### 3.1. Характеристика исходных данных

Для дешифрирования материалов космической съемки были выбраны спутниковые изображения Landsat 8 OLI потому, что их спектральное разрешение позволяет работать с растительными объектами и почвой. Свободные источники этих данных позволяют выбрать снимки без облаков, шумов и в разное время года. На космическом аппарате Landsat-8 установлены два сенсора: оптико-электронный (Operational Land Imager, OLI) и тепловой (Thermal Infra Red Sensor, TIRS). В таблице 1 представлены характеристика спутника Landsat 8. Необходимые спутниковые данные находятся в свободном доступе и их можно загрузить с сайта Earthexplorer (URL: [www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov).)

Таблица 1 – Характеристики прибора Landsat 8 OLI

Сенсор	OLI	OLI	OLI
Режим съемки	VNIR	SWIR	PAN
Спектральный диапазон, мкм	0,43–0,45 (фиолетовый или coastal), 0,45–0,52 (синий), 0,53–0,60 (зеленый), 0,63–0,68 (красный), 0,85–0,89 (ближний ИК)	1,36–1,39 (Cirrus), 1,56–1,66 (SWIR-1), 2,10–2,30 (SWIR-2)	0,50–0,68
Пространственное разрешение (в надире), м	30 м	30 м	15 м

Для оценки взаимосвязи факторов формирования состава поверхностных вод необходимо использовать цифровую модель рельефа (ЦМР). ЦМР можно построить с помощью изолиний, используя данные SRTM или использовать модель рельефа ASTER.

ASTER - усовершенствованный спутниковый радиометр теплового излучения и отражения (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection

Radiometer). Сенсор ASTER был создан METI - Министерство экономики, торговли и промышленности Японии (Ministry of Economy, Trade, and Industry) и запущен на борту спутника NASA Terra в декабре 1999 года. Пространственное разрешение в плане - 15 метров. Одна сцена ASTER в видимом или ближнем инфракрасном диапазоне имеет размер  $4100 \times 4200$  элементов, что соответствует  $60 \times 60$  км на поверхности Земли [10].

ASTER охватывает поверхность суши между  $83^\circ$  с.ш. и  $83^\circ$  ю.ш. и насчитывает 22600 фрагментов размером  $1^\circ \times 1^\circ$ . Оставлены фрагменты, насчитывающие минимум 0.01% поверхности суши. ASTER распространяется в формате GeoTIFF в географической системе координат (широта/долгота) и разрешением 1 угловая секунда (примерно 30 метров). Система координат данных WGS84/EGM96. В таблице 5 сведены основные характеристики ASTER.

Таблица 2- Параметры рельефа ASTER

Размер фрагмента	3601 x 3601 ( $1^\circ \times 1^\circ$ )
Разрешение	1 угловая секунда (30 м)
Географические координаты	Широта, долгота
Выходной формат ЦМР	GeoTIFF, 16 бит с битом знака, система координат WGS84/EGM96
Специальные значения	-9999 для пробелов в данных, 0 для воды
Охват	$83^\circ$ с.ш. - $83^\circ$ ю.ш., 22,600 фрагмента (Version 1)
Объем на диске	25 963 980 байт (около 26 мегабайт)

Также для комплексной оценки были использованы результаты опробования компонентов окружающей среды: поверхностной воды, почвы и донных отложений. Отбор почв (почво-грунтов) производился на площадках с размерами ориентировочно  $50 \times 50$  м. Отбор проб донных отложений производился параллельно с гидрохимическим опробованием. Отбор почв и оценка их состояния выполнялось в соответствии с ГОСТами 17.4.2.01-81,

17.4.3.01-83. Пробы воды отбирались, хранились и транспортировались в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 17.1.5.05-85, ГОСТ Р 51592-2000, ГОСТ Р 51593-2000. Требования к отбору проб донных отложений установлены в ГОСТ 17.1.5.01-80.

Отбором проб занималась организация ООО «Экосупервайзер». Анализ водных проб и определение нефтепродуктов в почвах и донных отложениях выполнены химической лабораторией ООО «Экотехнологии», аккредитованной Федеральной службой по аккредитации в качестве испытательной лаборатории (центра), соответствующей требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Определение микроэлементного состава проб почв, почвообразующего субстрата, донных отложений, торфов выполнено спектральным анализом в испытательной лаборатории ОАО «Минусинская геологоразведочная экспедиция» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21АЮ29, внесен в реестр аккредитованных лиц 18.09.2015).

### **3.2. Оценка факторов формирования состава поверхностных вод**

В формировании химического состава природных вод выделяют в основном две группы факторов: прямые факторы, которые воздействуют на воду (т.е. действие веществ, которые могут обогащать воду растворенными соединениями или, наоборот, выделять их из воды): состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека; косвенные факторы, которые определяют условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой: климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия и пр.

По характеру своего воздействия факторы целесообразно разделить на следующие группы: физико-географические (рельеф, климат, выветривание,

почвенный покров); геологические (состав горных пород, тектоническое строение, гидрогеологические условия); физико-химические (химические свойства элементов, кислотнощелочные и окислительно-восстановительные условия, смешение вод и катионный обмен); биологические (деятельность растений и живых организмов); антропогенные (все факторы, связанные с деятельностью человека).

Так, в зоне избыточного увлажнения (тундровая, лесная, тропическая) в результате интенсивного выноса растворимых солей и разложения растительных остатков поверхностные воды слабо минерализованы (30-200 мг/л) и богаты растворенным органическим веществом. Площадь работ находится в лесотундровой зоне.

Подземные воды также влияют на химический состав поверхностных вод. В меженные периоды питание рек осуществляется преимущественно за счет подземного стока. Грунтовые воды, т.е. воды первого водоносного горизонта, – это главный источник питания рек. Химический состав этих вод во многом зависит от химического состава просачивающихся сквозь слой почвы атмосферных осадков. Наряду с ними в питании рек могут принимать участие также подземные воды нижележащих водоносных горизонтов. Химизм этих вод зависит как от состава вмещающих пород различного геологического возраста, так и от динамики (подвижности) вод, связанной с тектонической историей района.

Одним из источников поступления различных веществ на водосборную площадь речных бассейнов и на поверхность самих водоемов и водотоков являются переносимые ветром взвеси и атмосферные осадки. Вопрос о степени влияния атмосферных осадков на химический состав поверхностных вод и их минерализацию пока дискуссионный, поскольку одни авторы отводят минеральным солям из атмосферных осадков незначительную роль, а другие,

напротив, связывают с ними происхождение большей части солей в речном стоке.

Необходимо подчеркнуть, что, по мнению В.И. Вернадского, действительно природными были только древние земные воды, существовавшие примерно 100 тыс. лет тому назад. В последние же 10-20 тыс. лет все сильнее проявляется геохимическое воздействие человека на природу, особенно с XIX в., когда интенсивно стала развиваться хозяйственная деятельность. В результате во всей биосфере изменяются и исчезают старые виды природных вод и создаются новые, «культурные» воды.

### **3.3. Дешифрирование материалов космической съемки**

Дешифрирование материалов космической съемки проводилось с использованием спутниковых данных Landsat 8 за 2016 и 2019 годы за июль месяц, что соответствует времени отбора проб на Халильских площадях (за 2020 год снимка без облачности не было найдено). В результате обработки данных необходимо получить схему ландшафтного районирования.

Во-первых, был проведен кластерный анализ для создания файла сигнатур, чтобы выполнить по нему дальнейшее обучение. В классификации без обучения создаются не классы, а кластеры, основанные на статистических свойствах пикселей. Пиксели со схожими статистическими свойствами в многомерном пространстве группируются в кластеры. Нужно указать количество категорий, которые необходимо получить, и настроить количество итераций, минимального размера, интервал выборки по мере необходимости. Далее были выделены обучающие выборки, которые применимы к двум космическим снимкам и на их основе была выполнена классификация методом максимального правдоподобия.

Распознавание образов методом максимального правдоподобия учитывает достаточно большой объем статистических данных и позволяет успешно решать

сложные задачи. Но он является сравнительно медленным. При его использовании желательно учитывать не только яркость каждого пиксела в спектральных каналах, но и его окружение. Результаты выполненной классификации, представлены на рисунках ниже (Рис. 5.1, Рис.5.2).

В результате выполненного дешифрирования было определено, что ландшафты практически не изменились в течение трех прошедших лет, разница различима только по поймам и надпойменным террасам на вершинных поверхностях в северной части исследуемой территории. Это отличие может быть получено в результате изменения климата.

Были собраны данные по температуре воздуха, полученные с метеостанции г. Игарка с 2012 по 2020 гг. с сайта URL: <http://aisori-m.meteo.ru>. И построен график временной динамики изменения температуры воздуха (Рис. 6). По графику наблюдается тренд на повышения температуры, что и могло послужить изменению границ пойм и надпойменных террас. Также с помощью критериев Фишера и Стьюдента была выполнена проверка на однородность данных по температуре воздуха. Для этого разделили массив данных на две примерно одинаковые по объему выборки. Далее рассчитали для полученных выборок дисперсию, число степеней свободы, среднее арифметическое. И при помощи критериев Фишера и Стьюдента была выполнена проверка на однородность при уровне значимости 5%. Результаты работы представлены в таблице 3.

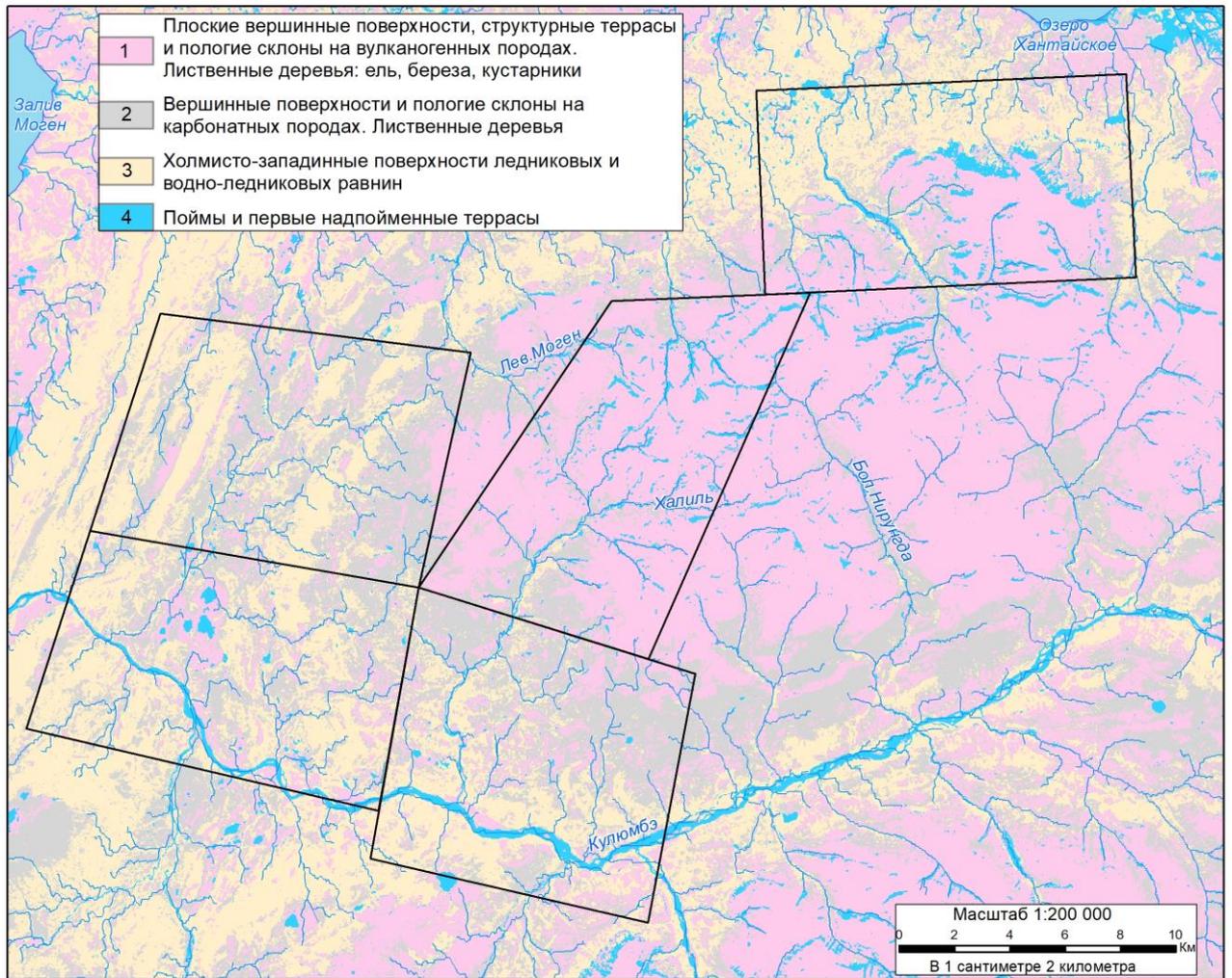


Рисунок 5.1 – Результат дешифрирования космического снимка Landsat за 2016г.

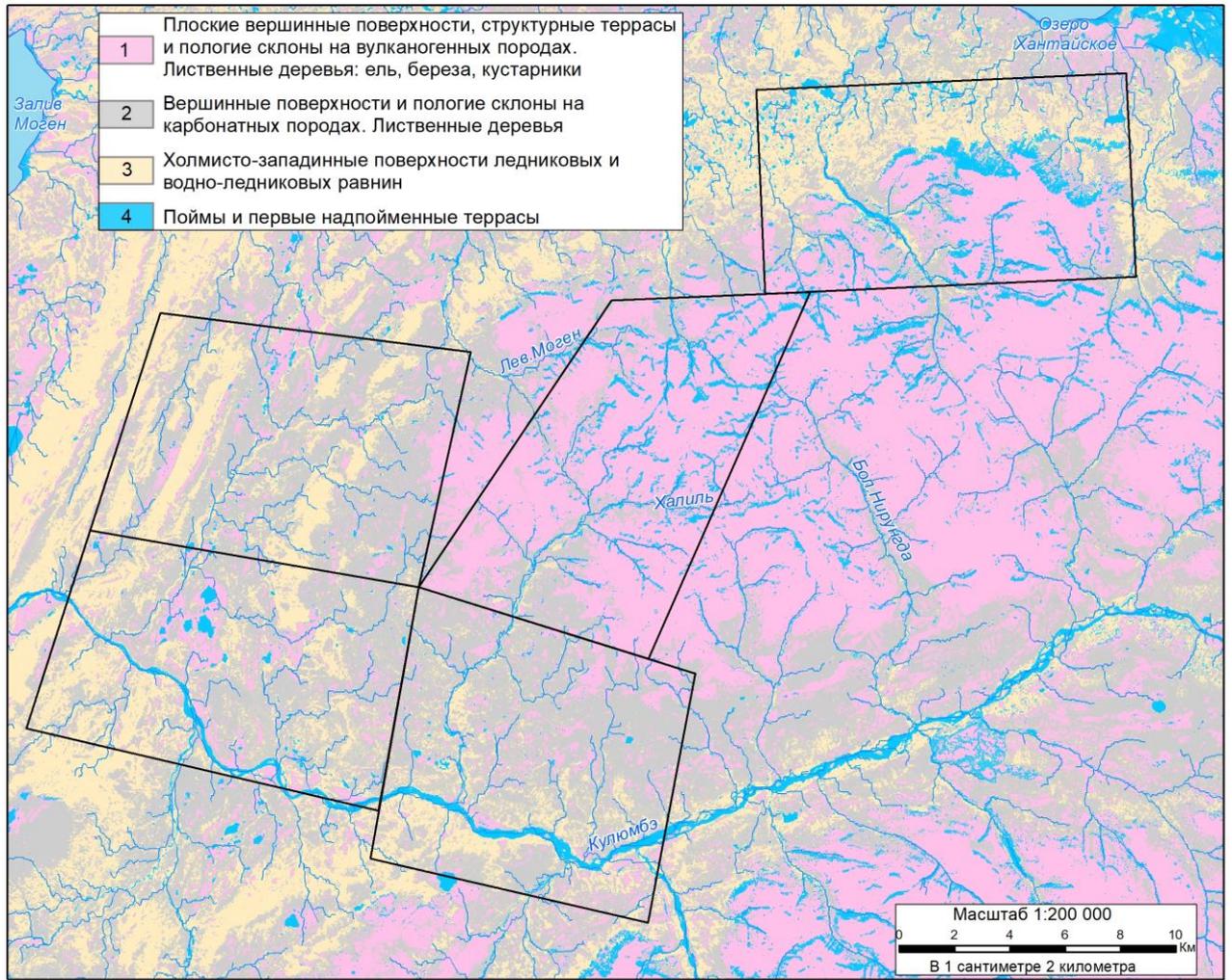


Рисунок 5.2 - Результат дешифрирования космического снимка Landsat за 2019 г.

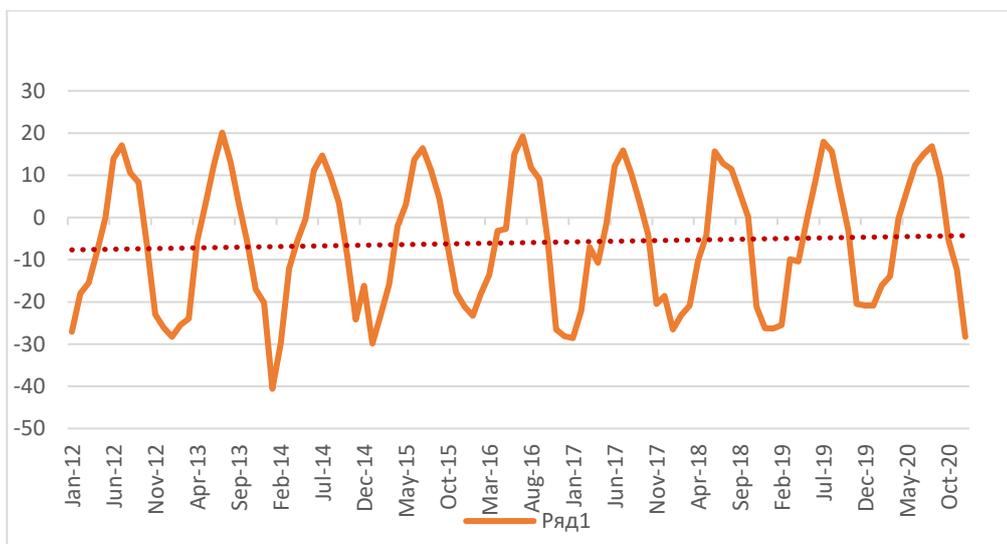


Рисунок 6 – График временной динамики среднемесячной температуры с 2012 по 2020 гг.

Таблица 3 – Результаты проверки на однородность

Дисп	
1,2360069	2,9653414
ч.ст.св.	
4	3
ср.знач	
-6,37	-5,51
Kf	Kfa
0,4168177	9,1171823
Ks	Ksa
-0,52	2,028094
N1	N2
5	4

Таким образом, полученные схемы ландшафтного районирования, которые построены в результате выполненной классификации максимального правдоподобия, получились схожи с описанием ландшафтов по данным, полученным от ООО «Норильскгеология». Изменение границ ландшафтных зон минимальные, возможно в результате изменение климата, поэтому были собраны данные по температуре. При помощи критерия Фишера определили, что гипотеза однородности дисперсий не отвергается, так как  $K(Ff) < K(F\alpha, \nu_1, \nu_2)$ . И критерий Стьюдента показала, что с заданным уровнем значимости гипотеза о равенности средних значений выборок принимается т.к.  $K(Sf) < K(S\alpha)$ .

Также была проанализирована частота встречаемости типов вод по ландшафтными зонам. Результат работы представлен на рисунках 7.1, 7.2.

В результате сопоставления типов вод с ландшафтами было установлено, что на вершинных поверхностях и пологих склонов на вулканогенных породах (1 тип) преобладают воды гидрокарбонатные, кальциево-магниевые, ультрапресные, на вершинных поверхностях пологих склонах на карбонатных породах (2 тип) – преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные, кальциевые.

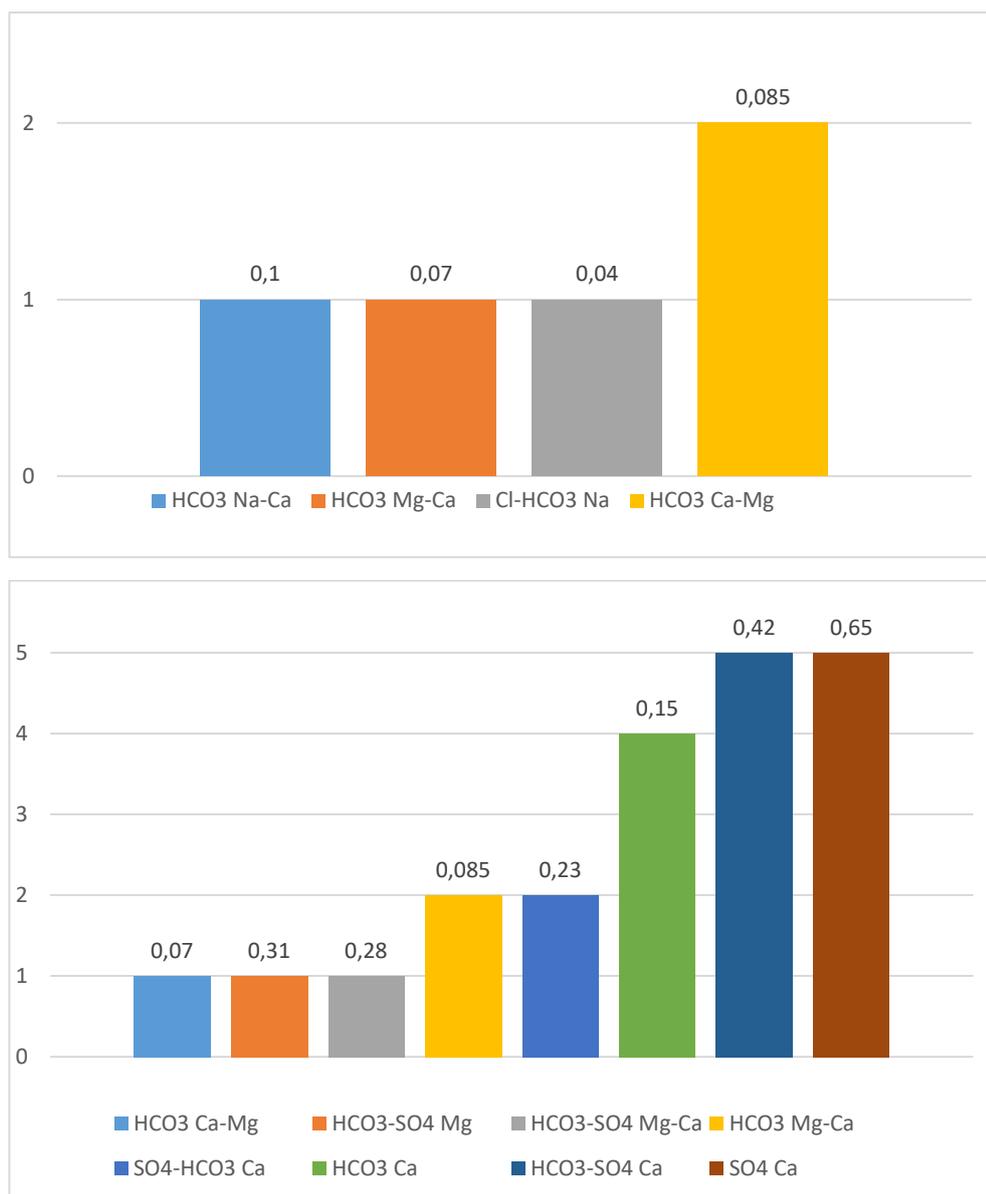


Рисунок 7.1 – График встречаемости типов вод по 1 и 2 типам ландшафтов

Для холмисто- западных поверхностях ледниковых и водно-ледниковых равнин (3 тип) – воды гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные, кальциевые и для пойм и надпойменных террас (4 тип) – воды сульфатно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные, кальциевые.

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

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

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.

Исследования проводились на Халильской рудной площади в Красноярском крае, Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе. Цель исследования - изучение факторов формирования состава поверхностных вод. Необходимо выполнить следующие задачи: дать анализ ландшафтов на

основе мультиспектральных снимков, провести анализ локальных особенностей состава поверхностных вод на основе фактических материалов полевых экспедиций, провести анализ изменения качества воды в результате антропогенной деятельности.

## **5.1. Предпроектный анализ**

### **5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

-Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края;

-Горнодобывающие компании;

- Научно-исследовательские организации, университеты.

- Граждане.

### **5.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется качество поверхностных вод района исследования, с целью изучения ее факторов формирования. Данное исследование использует геоинформационную систему ArcGIS, однако на рынке существует еще ряд программ, позволяющих использовать в работе для достижения поставленных целей. Основными конкурентами являются гис-программы Global Mapper и QGis. Все эти программные средства служат для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственных данных.

Оценка сравнительной эффективности научного исследования проводится с помощью оценочной карты, сравнение проводим между программами ArcGIS (Бф), GlobalMapper (Бк1), QGis (Бк2). Позиция каждой программы оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей в сумме должны составлять 1.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф					К К <sub>к2</sub>
1	2						
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности	0,2				,0	,8	,8
2. Точность	0,15				,6	,6	,6
3. Скорость	0,2				,0	,0	,0
4. Технологичность	0,15				,75	,6	,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1				,5	,4	,4
2. Цена	0,1				,4	,4	,5
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1				,5	,4	,4
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>,75</b>	<b>,2</b>	<b>,3</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой программе. Анализ технических решений показал, что программный комплекс ArcGIS обладает рядом преимуществ среди конкурентов и подходит к дальнейшему использованию.

### 5.1.3. SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 5). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

*Первый этап* заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 5 – Матрица SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны</b></p> <p>С1. Отсутствие подобного исследования на территории области</p> <p>С2. Полный пакет функций в ПО</p> <p>С3. Более надежная работа программного обеспечения (комплекса) по сравнению с конкурентами.</p> <p>С4. Более доступный и удобный интерфейс.</p>	<p><b>Слабые стороны</b></p> <p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p> <p>Сл4. Необходимость приобретения программного обеспечения.</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса со стороны министерства экологии и горнодобывающих предприятий</p>	<p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Повешение стоимости специального программного обеспечения.</p> <p>У2. Увеличение налоговой нагрузки.</p> <p>У3. Снижение стоимости с ростом конкуренции в будущем.</p>

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. *Второй этап* состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями

взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Результаты построения интерактивной матрицы проекта представлен в табл. 6.

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.	С4.
	В1.	+	-	-	-
	В2.	+	-	-	-

		Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.
	В1.	-	-	0	-
	В2.	0	-	-	-

		Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.	С4.
	У1.	-	+	+	0
	У2.	+	-	-	-
	У3.	+	-	-	0

		Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.
	У1.	+	+	+	+
	У2.	+	-	-	0
	У3.	+	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие корреляцию между возможностями/угрозами и сильными/слабыми сторонами и составить итоговую матрицу SWOT-анализа, которая представлена в таблице 7.

Таблица 7 –SWOT-анализ

	<p>С1. Отсутствие подобного исследования на территории области</p> <p>С2. Полный пакет функций в ПО</p> <p>С3. Более надежная работа программного обеспечения (комплекса) по сравнению с конкурентами.</p> <p>С4. Более доступный и удобный интерфейс.</p>	<p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p> <p>Сл4. Необходимость приобретения программного обеспечения</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса со стороны министерства экологии и горнодобывающих предприятий</p>	<p>Введение метода в вузы для обучения;</p> <p>Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования;</p> <p>Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.</p>	<p>Проверка результатов, отправлять пробы на внешний и внутренний контроль.</p>
<p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Повешение стоимости специального программного обеспечения.</p> <p>У2. Увеличение налоговой нагрузки.</p> <p>У3. Снижение стоимости с ростом конкуренции в будущем.</p>	<p>Создание конкурентоспособного проекта.</p>	<p>Из-за относительной длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.</p>

#### 5.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 8).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 8 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3

10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	56	57

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где:  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что перспективность разработки и уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

### **5.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующий метод: организация собственного предприятия.

Данные методы коммерциализации будет наиболее продуктивным в отношении данного проекта, т.к. для данного проекта предоставление услуг - подходящий вариант. А именно открытие собственного предприятия для осуществления услуг по оценке качества поверхностных вод в результате антропогенной нагрузки.

### **5.2. Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 9).

Таблица 9 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Магистрант	Разработка методики по оценке качества поверхностных вод и ее факторов формирования

В таблице 10 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 10 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Оценка качества поверхностных вод и изменение ее состава в результате антропогенной деятельности.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Картографический материал, результаты анализа по оценке качественного состава поверхностных вод
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать характеристику физико-географических, геологических и гидрогеологических условий территории;</li> <li>2. Дать характеристику водосборов речной сети на основе ЦМР;</li> <li>3. Дать анализ ландшафтов на основе мультиспектральных снимков;</li> <li>4. Провести анализ локальных особенностей состава поверхностных вод на основе фактических материалов полевых экспедиций;</li> <li>5. Провести анализ изменения качества воды в результате антропогенной деятельности.</li> </ol>
	<b>Требование:</b>
	Показать особенности химического состава поверхностных вод
	Показать особенности формирования стока относительно рельефа и ландшафта местности
	Провести обработку полученных данных;
	Показать влияние антропогенной деятельности на природные объекты

В таблице 11 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 11 – Рабочая группа проекта

<b>п/п</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудозатраты, час.</b>
.	Никитенко в А.Н., ИШПР ТПУ, доцент ОГ, к.г.-м.н.	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600

.	Алфимова У.А., магистрант ОГ ИШПР	Исполнит ель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы	1 600
ИТОГО:				2 200

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 12).

Таблица 12 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	675905
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2020-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.09.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

### **5.2.1. Цели и задачи исследования**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проект или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Удовлетворение потребностей страны в высококвалифицированных специалистов
Разработчик проекта (магистрант)	Разработка методики изучения гидрогеологических характеристик объекта с целью получению рекомендаций по организации водоснабжения предприятия
Минусинская ТЭЦ	Контроль и снижение загрязнения окружающей среды (подземных вод)

Цель и задачи исследования представлены в таблице 14

Таблица 14 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Анализ результатов мониторинга подземных вод района золоотвала Минусинской ТЭЦ
Ожидаемые результаты проекта	Результаты обработки данных мониторинга, картографические материалы
Критерии приемки результата проекта:	1. Построение гидроизогипсов 2. Построение карты загрязнения подземных вод
	Требование:
	1. Показать распространение пьезометрической поверхности и направление движения подземных вод
	2. Показать площадь распространения загрязнения подземных вод

### 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 15).



Рисунок 15 – Иерархическая структура работ

### 5.3.2. План проекта

В рамках планирования научного проекта построен календарный график проекта (таблица 15) и диаграмма Ганта.

Таблица 15– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	10	10.09.20	20.09.20	Никитенков А.Н., Алфимова У.А.
Согласование плана работ	20	20.09.20	10.10.20	Никитенков А.Н., Алфимова У.А.
Литературный обзор и обзор физико-географических условий	30	10.10.20	10.11.20	Алфимова У.А.
Проведение обработки материалов космической съемки и результатов опробования почвы, воды и донных отложений	110	10.11.20	1.03.21	Алфимова У.А.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	210	02.03.21	20.12.21	Никитенков А.Н., Алфимова У.А.
Написание отчета	160	21.12.21	31.05.22	Алфимова У.А.
<b>Итого:</b>	<b>540</b>			

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе предыдущей таблицы составляется диаграмма (рис. 2), в основу которой ложатся этапы проведения исследования и длительность работ в календарных днях.

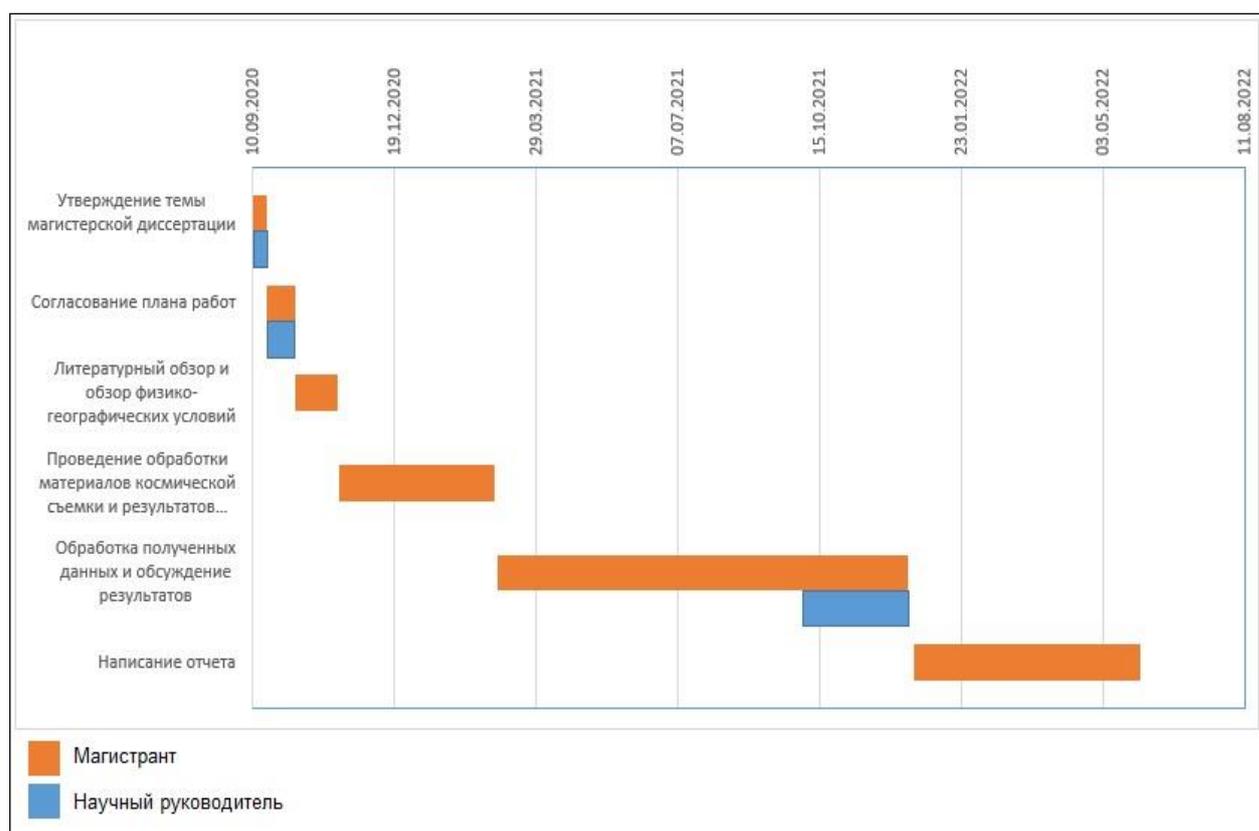


Рисунок 16 – Диаграмма Ганта

#### 5.4. Бюджет исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

*Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).* В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 16).

Таблица 16 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для принтера (формат А4, пачка)	1	500,0	500,0
Краска для принтерных картриджей	1	3000,0	3000,0
Ручка шариковая	2	50	100
Карандаш чертежный	2	50	100
Блокнот для заметок	1	150	150
Всего за материалы			3850,0
Транспортно- заготовительные расходы (3-5%)			142,5
<b>Итого по статье</b>		3992,5	

*Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.* В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 12).

Таблица 17 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Программное обеспечение ArcGIS	1	150000,0	150000,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5990,0	5990,0
3	Персональный компьютер	1	60000,0	60000,0
<b>Итого, руб.:</b>				215990

*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 17.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где:  $Z_{м}$  – 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;

$F_{д}$  – 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 18.

Таблица 18 – 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:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – 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:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * K_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

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

Руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{38000 * 10,4}{251} = 1574,502 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 1574,502 * 80 = 125960,16 \text{ руб}$$

Магистрант:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{4000 * 10,4}{251} = 165,73 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 165,73 * 520 = 86164 \text{ руб}$$

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	29230	1	-	1,3	38000	1574,5	80	125 960
Магистрант	3076	-	-	1,3	4000	165,73	520	86164

*Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.* 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:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * k_{\text{доп}}, \text{ где}$$

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

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

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

В таблице 20 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	125960	86164
Дополнительная зарплата	12596	8616
Итого по статье $C_{зп}$	138556	94780

*Отчисления на социальные нужды.* Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где}$$

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

Отчисления на социальные нужды (ставка ТПУ - 30 %) приведены в таблице 4.17 и составили 51093,68 руб.

Отчисления на социальные нужды составляют:  $C_{\text{внеб}} = 0,3 * 138556 = 41566$  рублей.

*Научные и производственные командировки.* В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют 70000 руб.

*Накладные расходы.* Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot 138556 = 110\ 844$$

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

Таблица 21 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	3992,5	215990	212124	21212	41566	70000	-	-	110844	<b><u>675905</u></b>
Аналог	2000	300000	999919,2	99991,6	329973,2	-	-	-	879928,6	2721803,7

Операционные затраты=0,35\*675905= 236566,75

### 5.4.1. Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 2.



Рисунок 17 – Проектная структура проекта

### 5.4.2. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 22).

Таблица 22 – 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

### 5.4.3. 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 23.

Таблица 23 – Реестр рисков

Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
Погрешность в расчетах	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

## 5.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

### 5.5.1. 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:

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

где:  $ЧДП_{опt}$  – 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 24. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25 %**, норма амортизации - 10 %.

$$A_{г} = C_{перв} * N_{а} / 100,$$

$$себ = \underline{\underline{675905р.}}$$

$$\underline{\underline{Выручка = себестоимость * 1,25 = 675905 * 1,25 = 844881,2р.}}$$

Таблица 24 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	<b>844881</b>	<b>844881</b>	<b>844881</b>	<b>844881</b>
2	Итого приток, руб.	0	<b>844881</b>	<b>844881</b>	<b>844881</b>	<b>844881</b>
3	Инвестиционные издержки, руб.	<b>-675905</b>	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	236566	236566	236566	236566
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	608325	608325	608325	608325
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	121665	121665	121665	121665
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	486660	486660	486660	486660
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-675905	535326	535326	535326	535326
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	0,909	0,826	0,751	0,683
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-675905	<b>486,611</b>	<b>442 179,2</b>	<b>402 029,8</b>	<b>365 627,6</b>
12	$\Sigma$ ЧДД		<b>1 258 447 руб.</b>			
12	Итого NPV, руб.		<b>582 542 руб.</b>			

$$NPV=1\ 258\ 447\ \text{руб.}-675905=582\ 542\ \text{руб.} > 0$$

*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 **582 542** 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:

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

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1258447}{675905} = 1,86$$

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 25 и на рисунке 17.

Таблица 25 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-675905	535326	535326	535326	535326	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	<b>0,909</b>	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	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	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	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-675905	486611,334	442179,28	402029,8	365627,7	849643,9
	0,2	-675905	445926,558	371516,24	309418,4	258027,1	592274,3
	0,3	-675905	411665,694	316912,99	243573,3	187364,1	406101,4
	0,4	-675905	382222,764	273016,26	194858,7	139184,8	265476,8
	0,5	-675905	357062,442	237684,74	157921,2	105994,5	157576,1
	0,6	-675905	334578,75	208777,14	130619,5	81904,88	72670,71
	0,7	-675905	314771,688	179334,21	108671,2	59956,51	-4274,84
	0,8	-675905	297641,256	165415,73	91540,75	50855,97	-51591,9
	0,9	-675905	281581,476	148285,3	78157,6	41220,1	-98024,6
	1,0	-675905	267663	133831,5	66915,75	33190,21	-137382

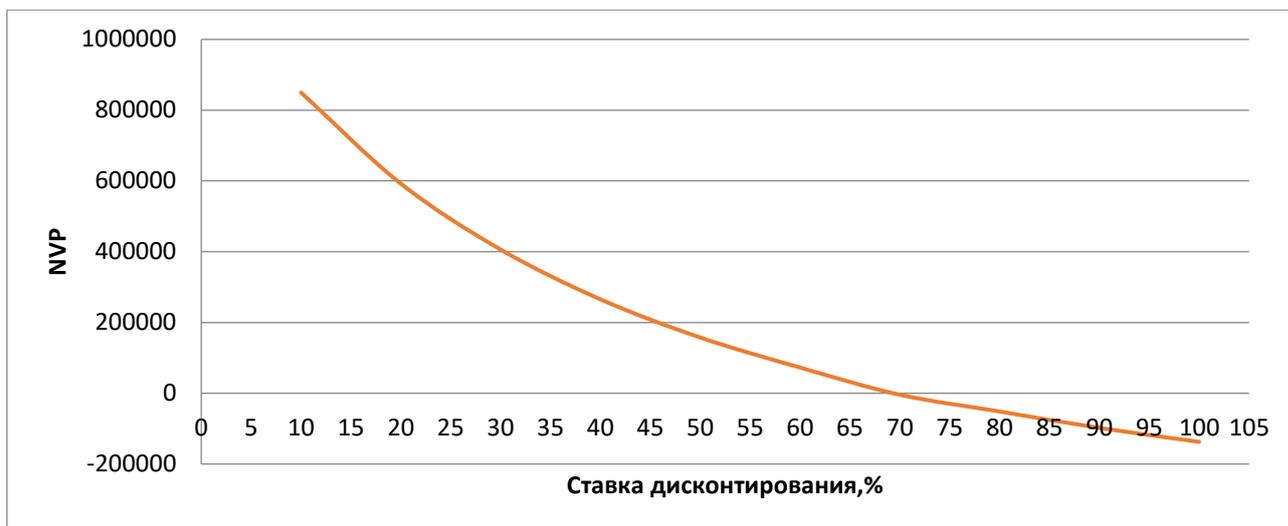


Рисунок 18 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

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 0,68.

$IRR > i$ , проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта:  $68\% - 20\% = 48\%$

*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 26).

Таблица 26 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,20$ ), руб.	-675905	445926,558	371516,24	309418,4	258027,1
2	То же нарастающим итогом, руб.	-675905	-229 978,4	141 537,8	450 956,2	708 983,3
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DP_{дск} = 1 + (229978,4/371516,24) = 1,6$ 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 27).

Таблица 27 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об изменении состава поверхностных вод в результате добычи полезных ископаемых	Получены данные об изменении качественного состава поверхностных вод
Нехватка обширных и достоверных данных об аномалиях химического состава поверхностных вод, почвы и донных отложений	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях химического состава поверхностных вод, почвы, донных отложений

### 5.5.2. 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 соотносятся 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;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{675905}{850000} = 0,79$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{788900}{850000} = 0,92$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{850000}{850000} = 1,0$$

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 (таблица 28).

Таблица 28 – 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	0,15	5	4	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4	5
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	4	4
Итого	1	28	24	24

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 4,05$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 4$$

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{тп}} = \frac{4,7}{0,79} = 5,94$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а1}} = \frac{4,05}{0,92} = 4,4$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а2}} = \frac{4}{1} = 4$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{5,94}{5,94} = 1; \quad \mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{4,4}{5,94} = 0,74; \quad \mathcal{E}_{\text{ср3}} = \frac{4}{5,94} = 0,67$$

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	0,92	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,05	4,0
3	Интегральный показатель эффективности	5,94	4,4	4,0
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,74	0,67

Выводы: 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), равная 582542 руб.; индекс доходности  $PI=1,86$ , внутренняя ставка доходности  $IRR=68\%$ , срок окупаемости  $PP_{дск}=1,6$  года.

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

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Целью исследования является оценка качества поверхностных вод и изменение ее состава в результате антропогенной деятельности. Объектом исследования выступают поверхностные воды Халильского рудного района, который расположен в Российской Федерации, Красноярском крае, в Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе, в 150 км к юго-востоку от г. Норильска. Площадь территории составляет 500 км<sup>2</sup>. С северо-западной стороны расположены Хантайское озеро с Путоранским заповедником, а с западной - Усть-Хантайское водохранилище.

Пользователями данных мониторинга выступают инженерные, гидрогеологические, экологические службы предприятия. Пользователями конечного решения – Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края и другие организации, занимающиеся добычей полезных ископаемых. Камеральные работы выполнены в программном комплексе ArcGIS 10.6.1 на персональных компьютерах.

### **6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. В правовые отношения вступают работники, с одной стороны, и предприятия (организации) в лице работодателей - с другой.

Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной

нагрузки. Продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно, сокращение рабочего времени.

К работе с ПК допускаются лица:

- не имеющие медицинских противопоказаний для работы с ПК;
- прошедшие курс обучения принципам работы с вычислительной техникой и специальное обучение работе на ПК;
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда, по пожарной безопасности, по электробезопасности с присвоением 1-й группы;
- ознакомленные с инструкциями по эксплуатации оргтехники, используемой на рабочем месте.

Оператор ПК, в свою очередь, имеет ряд обязательств перед работодателем: обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять требования касательно его безопасности на рабочем месте (ст. № 414-V ТК РФ [16]).

Требования к организации рабочего пространства:

- обеспечить безопасное размещение рабочих мест с ПК: расстояние между видеомониторами (тыльная сторона одного монитора до экрана другого) – не менее 2 м, расстояние между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м;
- обеспечить площадь на одно рабочее место пользователя не менее 4,5 м<sup>2</sup> – для жидкокристаллических и плазменных экранов;
- не допускать установку ПК вблизи электронагревательных приборов и систем отопления;
- не допускать размещение на системном блоке, мониторе и периферийных устройствах посторонних предметов,
- обеспечить режим труда и отдыха пользователей ПК, с предоставлением регламентированных перерывов в течении рабочего дня;
- обеспечить пользователей подъёмно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки стулом (креслом),

- расположение плоскости экрана ниже уровня глаз пользователя, предпочтительно перпендикулярно к нормальной линии взгляда в 15 градусов вниз от горизонтали),

- клавиатура должна располагаться на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю.

Рабочее место при выполнении работ сидя (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы (ГОСТ 12.2.032-78 [17]).

Выполнение требований на данном рабочем месте отражено ниже в таблице 1, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и ГОСТ 12.2.032-78.

Таблица 30 – Требования к организации рабочего места при работе с ПЭВМ

<b>Требование</b>	<b>Требуемое значение</b>	<b>Значение параметров в помещении</b>
Высота рабочей поверхности стола	Регулируемая высота (680-800мм) Нерегулируемая высота (725мм)	Нерегулируемая высота (720 мм)
Рабочий стул	Подъемноповоротный, регулируемый по высоте и углу наклона спинки	Не регулируется угол наклона спинки
Расположение монитора от глаз пользователя	600-700мм	Соответствует

## **6.2. Производственная безопасность**

При выполнении работ на персональном компьютере (ПЭВМ) согласно «ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 2.

Таблица 31 – Возможные вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ			Нормативные документы
	Разработка	Строительство	Эксплуатация	
1. Недостаточная освещенность	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение []
2. Зрительное напряжение	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронновычислительным машинам и организации работы» []
3. Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса	+		+	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) []
4. Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов []
5. Возникновение пожаров	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность []

### **6.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

#### **6.3.1. Недостаточная освещенность рабочего места**

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СП 52.13330.2016 указаны в таблицах 5.2 и 5.3 [18].

Таблица 32 - Нормируемые показатели искусственного освещения

Помещения	Искусственное освещение				
	Освещенность лк				
	Прикомбинированном освещении				
	всего	от общего			
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	400	200	300	40	15

Таблица 33 – Нормируемые показатели естественного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КОЕ			
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем Или комбинированном освещении	При боковом освещении
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6

Средства защиты: постоянное необходимое обеспечение местного искусственного освещения.

### Расчет искусственного освещения

Помещение, в котором выполняются проектные работы имеет следующие характеристика: длина 20 м, ширина 10 м, высота 4 м, окрас стен – светлые тона, потолок – белый. Характеристики зрительной работы: минимальный размер объекта различения = 0,5 мм; напряженная зрительная работа выполняется непрерывно (5 часов); расстояние, на котором находится

объект от глаз рабочего составляет 0,5м; источники света – люминесцентные лампы.

Данным условиям соответствует: характеристика зрительной работы – «высокая точность»; разряд работы – «III»; подразряд – «в». Для разряда «III в» освещенность, при системе общего искусственного освещения при светлом фоне, составляет  $E_{общ} = 300$  лк. Для обеспечения требуемой освещенности в помещении оперативного персонала применяются светильники с люминесцентной лампой.

Коэффициент отражения потолка –  $\rho_{п}=50\%$  (светлые чистые панели), стен –  $\rho_{ст}=30\%$  (бетонные с окнами). Коэффициент запаса  $K_3=1,5$ , коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп принимается  $Z=1,1$ , согласно с методическими указаниями по расчету искусственного освещения.

Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД с защитной решеткой,  $\lambda=1,2$  (среднее значение между теми, что представлены в таблице).

Замерим основные параметры в соответствии с расчетной схемой (рис. 5.1)

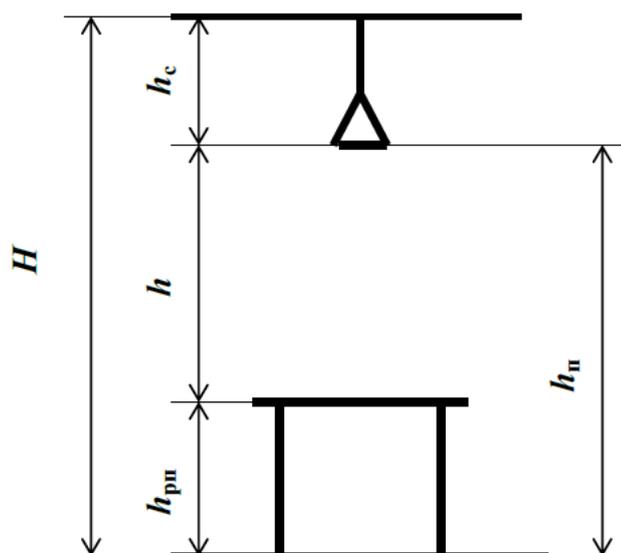


Рисунок 19 – Основные расчетные параметры

Параметр  $h_c = 0,5$  м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 4 - 0,5 - 0,7 = 2,8 \text{ м};$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 * 2,8 = 3,36 \text{ м};$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L/3 = 1,12 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду [23]:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(Lb - \frac{2}{3} * L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{2}{3} * 3,36)}{3,36} + 1 \approx 3$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(La - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(20 - \frac{2}{3} * 3,36)}{0,5 + 0,5} \approx 17$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 17 светильников типа ОД с защитной решеткой мощностью 40 Вт (с длиной 0,5 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 58 см. Учитываем, что в каждом светильнике установлено по две лампы, общее число ламп в помещении  $N_{\text{л}} = 102$ .

Находим индекс помещения:

$$i = S/h(A+B) = 200/(2,8(10+20)) = 2,4$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,61.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} * S * K_3 * Z}{N_{\text{л}} * \eta} = \frac{400 * 200 * 1,5 * 1,1}{102 * 0,61} = 2129$$

По таблице выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД40 Вт с потоком 2300 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \leq +20\%$$

Далее подставляем в формулу стандартные и рассчитанные значения:

$$-10\% \leq \frac{2300 - 2129}{2300} \leq +20\%$$

Получаем:  $-10\% \leq 7,4\% \leq +20\%$ . Условие выполнено.

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 102 \cdot 40 = 4080 \text{ Вт.}$$

### 6.3.2. Зрительное напряжение

Работа на ПК сопровождается постоянным и значительным напряжением функций зрительного анализатора. Одной из основных особенностей является иной принцип чтения информации, чем при обычном чтении. Чтобы снизить зрительное напряжение нужно соблюдать визуальные параметры экрана.

Таблица 34 - Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/кв.м
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20\%$
Контрастность (для монохромного режима)	3:1
Пространственная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение положения фрагментов изображения экрана)	Не более $2 \cdot 10L - 4L$ , где L – расстояние наблюдения

### **6.3.3. Нервно-психические перегрузки**

Источник возникновения фактора: монотонность труда, большие объемы информации, обрабатываемые в единицу времени и др.

Воздействие фактора на организм человека: психические расстройства и нервно-соматические нарушения: чувство тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

В результате действия психофизиологических факторов у пользователя ПК наблюдаются следующие психические расстройства и нервно-соматические нарушения: чувство тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

Естественно, что полностью исключить провоцирующие факторы из жизни вряд ли удастся, но можно уменьшить их негативное воздействие, давая нервной системе необходимый отдых, который регламентируется разделом в ТК РФ [16].

### **6.3.4. Поражение электрическим током**

В деятельности организации широко используется электричество для питания компьютерной техники, которая может являться источником опасности. Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к опасным последствиям [19]. Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

Для предотвращения опасных последствий необходимо соблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [19].

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

### **6.3.5. Возникновение пожара**

Источник возникновения - использование неисправного оборудования, поджоги, поврежденная электропроводка, неправильная установка нагревательного оборудования и др.

Воздействие фактора на организм человека: пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода [20].

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач: исключать возникновение пожара; обеспечивать пожарную безопасность людей; обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей; обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Мерами защиты от возникновения пожаров являются: применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов, применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания, применением исправного электрооборудования и др.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [20]:

- для предохранения сети запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;

– работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;

– иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);

– обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения возгорания. При появлении пожара, любой, увидевший пожар должен: незамедлительно заявить о данном в пожарную службу по телефонному номеру 01 или 112, заявить о происшествии и соблюдать покой.

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС. На этаже находится специальный ящик с огнетушителем и пожарным краном и рукавом, а также два эвакуационных выхода.

#### **6.4. Экологическая безопасность**

При выполнении камеральных работ выявлен предполагаемый источник загрязнения окружающей среды, а именно воздействие на литосферу в результате образования отходов при поломке предметов вычислительной техники и оргтехники.

Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации

ГОСТ Р53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [21].

### **6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

К возможным чрезвычайным ситуациям на стадии камеральной обработки может быть отнесено возникновение пожара в офисном здании. С учетом того, что офис оснащен большим количеством вычислительной техники, то наиболее вероятной причиной может быть возникновение горения различной техники.

Мерами защиты от возникновения пожаров являются: применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов, применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания, применением исправного электрооборудования и др.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [20]:

- для предохранения сети запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;
- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения возгорания. При появлении пожара, любой, увидевший пожар должен: незамедлительно заявить о данном в пожарную службу по телефонному номеру 01 или 112, заявить о происшествии и соблюдать покой.

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС. На этаже находится специальный ящик с огнетушителем и пожарным краном и рукавом, а также два эвакуационных выхода.

#### **6.6. Выводы по разделу**

Выводы: В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучена регламентирующая документация в части охраны труда, экологии и ЧС. В результате составлено обоснование мероприятий по защите здоровья, экологии и предотвращению ЧС, которые могут возникнуть при выполнении комплекса работ по обработке данных мониторинга. На основании анализа факторов производственного и экологического рисков, которые могут возникнуть при работе с персональным компьютером, а также процесса утилизации техники, можно сделать вывод о том, что:

– правильная организация работы на ПК и соблюдение всех правил эксплуатации ПК, а также гигиены труда позволяют несколько снизить основные вредные факторы риска при работе с ПК, а также предупредить возможности возникновения ЧС на рабочем месте. Необходимо ответственно подходить к предотвращению влияния вредных и опасных факторов, следить за соблюдением мер экологической безопасности, не создавать своей работой ситуации, которые могут привести к возникновению ЧС на объекте исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения работы было рассмотрено состояние изученности проблемы исследования, изучены природные условия района: географическое положение, рельеф, климат, гидрография, почвы, растительность. Также изучено геологическое строение, в которое входит стратиграфия, интрузивные образования, тектоника. Кроме того, даны описания геоморфологии, гидрогеологических и геокриологических условий района работ, а также общая характеристика ландшафтов.

В результате выполнения работы были достигнуты все поставленные цели, в частности: дана характеристика используемых данных и представлена методика проведения работ, а именно методика дешифрирования ландшафтов по космическим снимкам; проведен анализ встречаемости типов воды в зависимости от ландшафтов и построены соответствующие диаграммы встречаемости типов вод по ландшафтным зонам; проанализирована интенсивность водообмена на основе цифровой модели рельефа средствами ПО ArcGIS. Выполнено построение речной сети и водосборов для понимания распределения стока и анализа формирования его состава в пределах территории района исследований. На основе полученных результатов определены общеприродные закономерности и построены графики зависимостей минерализации от порядка и уклона рек. Также описано содержание микроэлементов в разных компонентах окружающей среды: почве, донных осадков и поверхностной воде и выделены элементы, которые превышают значения ПДК, на основе чего построены карты распределения микроэлементов по пробам.

Отдельным этапом работы проведен анализ качества поверхностных вод на соответствие нуждам хозяйственно-питьевого назначения, а также проанализирована взаимосвязь их состава с природными условиями и геохимической обстановкой. Также проведена оценка изменения состава вод

в результате антропогенной деятельности, связанной с геолого-разведочными работами.

В ходе выполнения работы были построены следующие карты: схема ландшафтного районирования, схема химического состава поверхностных вод, схемы распределения микроэлементов в поверхностных водах, почвах и донных отложений.

Данную методику работы можно использовать как для мониторинга рассмотренных в работе компонентов окружающей среды, так и для оценки перспектив и выбора места расположения водозабора для питьевого водоснабжения рабочего поселка в случае разработки месторождений полезных ископаемых.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Струнин Б.М. Бармина О.А. Геологическая карта Игарско-Туруханского района. Листы Q-45-III, IV, V, VI, IX, X, XI, XII, XV, XVI, XVII, XVIII, XXII (восток), XXIII, XXIV, XVIII (восток), XXIX, XXX. 1997 г.;
2. Струнин Б.М. Отчет о геологическом доизучении масштаба 1:200000 Норильской площади (листы R-45-XVII, XVIII, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVI, R-46-XIII, XIX, XXV, XXXI) в 1982-1987 гг. Красноярск, ГСЭ, 1987 г.;
3. Снисар С.Г. и др. Эколого-геохимическая съемка и доизучение масштаба 1:200 000 на Хантайской площади. Информационный отчет о результатах незавершенных работ за 2000-2002 гг. Талнах, Норильскгеология, 2002 г.;
4. Варганов А.С. и др. Отчет о результатах работ по объекту «Составление и подготовка к изданию Госгеолкарты-200 листов Q-45-V, VI, XI, XII (Курейский рудный район). Красноярск, ОАО «Красноярскгеолсъемка», 2014 г.;
5. Ковпий А.Н. Отчет «Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка м-ба 1:200000 (Листы R-45-79-82; 91-94; 103-106; 115-118) за 1993-1999 гг.». Талнах, 2000 г.;
6. Мельников Ю.О. и др. Геолого-экологическое картирование масштаба 1: 1 000 000 Норильского района лист R-45-B, Г в 1991-1995 гг. Норильск, НКГРЭ, 1996 г.;
7. Гидрогеологическое районирование территории Российской Федерации и гидрогеологическая стратификация для ведения государственного мониторинга состояния недр. М.: Гидроспецгеология, 2011 г.;
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1000000. Серия Новая. Лист R-(45)-47 (Норильск). Карта дочетвертичных образований. /Сост. Ковригина Е.К., Лебедева О.А., Штейн Л.Ф./ - СПб, ВСЕГЕИ, 2000 г.;
9. 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (с изменениями на 14 февраля 2022 года);
10. Географические информационные системы и дистанционное зондирование Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/aster-gdem.html> ;

11. Шепелев В.В., Толстихин О.Н., и др. Мерзлотно-гидрогеологические условия Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984 г.;
12. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений/В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин.//М., "Логос", 2001 г.;
13. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве;
14. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве;
15. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий;
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);
17. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ Рабочее место при выполнении работы сидя;
18. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
19. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;
20. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность;
21. ГОСТ Р 53692-2009.Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Assessment of the quality of surface waters in the Khalil ore district

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Алфимова Ульяна Андреевна		25.05.22

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Никитенков Алексей Николаевич	К.г.-м.н.		

Консультант – лингвист ОИЯ ШБИП

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

On the topic of the master's thesis, related English-language works were considered.

In «Methods and information tools for analyzing remote sensing data to detect changes in vegetation caused by industrial waste and dumps» the impact of hazardous waste on people and the environment from mining is one of the most significant global environmental challenges. This effect is currently compounded due to an increase in the intensity of mining, with the development of less rich deposits and the transition to open pit mining. Open mining brings significant cost reduction compared to shaft mining. The paper presents an analytical review of the main mechanisms of the influence of typical TWS harmful emissions on vegetation and analyzes possible methods and approaches that allow using the capabilities of satellite Earth remote sensing systems to identify changes in vegetation caused by the influence of TWS [1].

The paper «Image retrieval from remote sensing big data: A survey» reports that the blooming proliferation of aeronautics and astronautics platforms, together with the ever-increasing remote sensing imaging sensors on these platforms, has led to the formation of rapidly-growing earth observation data with the characteristics of large volume, large variety, large velocity, large veracity and large value, which raises awareness about the importance of large-scale image processing, fusion and mining.

To facilitate the quantitative evaluation of the RS image retrieval technique, this paper gives a list of publicly open datasets and evaluation metrics, and briefly recalls the mainstream methods on two representative benchmarks of RS image retrieval. Considering the latest advances from multiple domains including computer vision, machine learning and knowledge engineering, this paper points out some promising research directions towards RS big data mining. From this survey, engineers from industry may find skills to improve their RS image retrieval systems and researchers from academia may find ideas to conduct some innovative work [2].

«The organization of remote sensing data processing for solving the problems of deforestation detection in large areas». The paper describes a specialized satellite data processing unit designed to detect changes in forests associated with deforestation. This data processing unit implements the previously proposed method of detecting forest cutting using satellite data of Landsat and Sentinel-2 systems. It is based on the use of cloud-based software solutions, in which the entire required amount of satellite data is located in storage centers and data processing is performed remotely using distributed shared resources.

Experimental testing of the instrument in a number of regions has shown that the proposed approach allows us not only to avoid the transfer of large amounts of information, but also to significantly simplify the processing of remote sensing data in the task of detecting deforestation. With the help of the developed tool, the opportunities are open for mass detection of deforestation for a long time and over a large area, as well as quick and independent analysis of data on deforestation sites in any local region in Russia [3].

### *Introduction*

Because of the extraction of natural raw materials, water bodies, both underground and surface, are greatly depleted, and swamps are drained. Surface waters suffer from pollution because of the extraction and processing of fossil raw materials. A large amount of salts, metals, toxic substances, and waste enter the water and the atmosphere as well. As a result, microorganisms living in water bodies, fish and other living creatures die.

The object of the study is the surface waters of the ore region. The purpose of the study is to assess the quality of surface water and its composition change because of anthropogenic activities.

During the work, the following tasks were set:

- to characterize the physical-geographical, geological and hydrogeological conditions of the territory;
- characterize the watersheds of the river network based on the DRM;

- to give an analysis of landscapes based on multispectral images;
- to analyze the local features of the composition of surface waters based on the actual materials of field expeditions;
- to analyze changes in water quality as a result of anthropogenic activities.

### *Geographic location of the area*

The area under study is located on the territory of the Taimyrsky Dolgano-Nenetsky municipal district of the Krasnoyarsk Territory, 150 km southeast of Norilsk.

Geographically, the licensed areas are confined to the northwestern edge of the Putorana Plateau.

The population of the area is extremely low. The closest to the squares is the village of Lake Khantayskoe, 3 km north of the Nirungdinskaya area, 50 km west of the Mogenskaya area on the river Khantayka is located in the village Snezhnogorsk. The Ust-Khantayskaya hydroelectric power station was built here, supplying electricity to the facilities of the Norilsk Mining and Metallurgical Combine. Igarka is located 120 km to the southwest.

### *Climate*

The climate of the region is sharply continental, subarctic. The average temperature of the winter months is  $-25^{\circ}$  -  $30^{\circ}\text{C}$ , in January-February it can drop to  $-55^{\circ}$  -  $60^{\circ}\text{C}$ . The average temperature of the summer months is  $+11^{\circ}$  -  $+14^{\circ}\text{C}$ , in July-August it reaches a maximum of  $+30^{\circ}$  -  $+35^{\circ}\text{C}$ . The average annual air temperature ranges from  $-6.4^{\circ}$  to  $-12.1^{\circ}\text{C}$ .

A stable snow cover forms in early October, breaks up in June, and snowfall is often observed during the summer. The average annual rainfall is 300-400 mm.

The study area is located in the zone of continuous development of permafrost, the thickness of which reaches 300-400 m; in the bottoms of the valleys, the thickness of the permafrost decreases.

### *Hydrography*

The regime of the rivers has not been studied in detail, there are no hydrological posts in the region. Water consumption in watercourses is subject to significant fluctuations during the year. The highest runoff and highest water levels are observed during the spring flood period, which takes place in late June - early July. The second flood occurs in August - September, when it is caused by multi-day rains.

#### *Soils and vegetation*

The soils are represented by primitive mountain, tundra and tundra gley peat. Vegetation in the area is north-taiga and forest-tundra. Larch, spruce, birch, and less often cedar grow on the lowered sections of watersheds and along river valleys.

#### *Geological structure*

Terrigenous-carbonate deposits of the Ordovician, Silurian, Devonian, coal-bearing terrigenous deposits of Carboniferous and Permian, Triassic basalts, Upper Permian and Early Triassic volcanogenic formations, and Upper Quaternary water-glacial deposits take part in the geological structure of the areas.

#### *Hydrogeological and geocryological conditions of the area*

Hydrogeologically, the areas are located within the Siberian Complex Artesian Basin (SCAB) in the northwestern part of the Tunguska Artesian Basin, which is a second-order structure within the SCAB. The hydrogeological features of the territory are determined by the presence of permafrost in the area, which affects the nutrition conditions, dynamics and chemistry of groundwater, and the geological structure of the area. The upper boundary of permafrost is located at depths of 0.2-3.0 m from the surface. The power of the active layer is also within these limits. Below it is an accumulative layer with a capacity of 6 to 25 m or more, followed by a zone of stable permafrost with temperatures from  $-5^{\circ}$  to  $-7^{\circ}$ . The thickness of the permafrost is 200-300 m. Permafrost, however, is not continuous, taliks are common in the valleys of large rivers and under the bottoms of lakes.

Considering that the formation of the chemical composition of groundwater is associated with the lithological and mineralogical composition of aquifers, it is

possible to subdivide the permafrost waters into separate horizons confined to Quaternary deposits, Permian coal-bearing-terrigenous deposits, Devonian carbonate-halogen deposits, Silurian carbonate-terrigenous deposits, and ore-bearing intrusions.

### *Landscapes*

The work area is confined to the junction of the accumulative North Siberian lowland and the western foothill and mid-mountain massifs of the Putorana plateau. The Khanty-Rybninsk intermountain depression and the spurs of the Putorana plateau represent the main landscape-geological systems in the area of work.

### *METHODS OF WORK*

#### *Characteristics of the source data*

The satellite images of Landsat 8 OLI were chosen to decrypt the space survey materials because their spectral resolution allows working with plant objects and soil. Free sources of this data allow you to select images without clouds, noise and at different times of the year.

To assess the relationship between the factors of formation of the composition of surface waters, it is necessary to use a digital relief model (DRM). DRM can be constructed using isolines, using SRTM data, or using the ASTER terrain model.

Also, for a comprehensive assessment, the results of testing environmental components were used: surface water, soil and bottom sediments. The selection of soils was carried out on sites with a size of approximately 50 \* 50 m. Sampling of bottom sediments was carried out alongside with hydro chemical testing.

#### *Assessment of formation factors of surface water composition*

In the formation of the chemical composition of natural waters, there are mainly two groups of factors: direct factors that affect water (i.e., the action of substances that can enrich water with dissolved compounds or, conversely, isolate them from water): the composition of rocks, living organisms, human economic activity; indirect factors that determine the conditions in which substances interact

with water: climate, relief, hydrological regime, vegetation, hydrogeological and hydrodynamic conditions, etc.

#### *Decryption of space survey materials*

The interpretation of the satellite survey materials was carried out using Landsat 8 satellite data for 2016 and 2019 for the month of July, which corresponds to the sampling time at the areas (no cloudless image was found for 2020). As a result of data processing, it is necessary to obtain landscape foundations.

A cluster analysis was carried out to create a signature file in order to perform further training on it. In the classification without training, not classes are created, but clusters based on the statistical properties of pixels. Pixels with similar statistical properties in multidimensional space are grouped into clusters. You need to specify the number of categories that you need to get, and adjust the number of iterations, the minimum size, and the sampling interval as needed. Next, training samples were selected that are applicable to two satellite images and based on them, classification by the maximum likelihood method was performed.

As a result of the performed decoding, it was determined that the landscapes have practically not changed over the past three years, the difference in floodplains and floodplain terraces on the summit surfaces is visible. This difference can be obtained as a result of climate change.

#### *Assessment of the intensity of water exchange based on DEM*

The Aster DRM was used to build the river network. The following functions were performed in the ArcGIS software: the “Fill” tool was used, it filled in the local definitions in the raster image, then the required set of runoff was required, using the “Spatial Analysis” module, the “Total runoff” tool required to calculate the volumetric runoff, then applying the “Condition” function, it was indicated that it was necessary to obtain in the original raster, the values are greater than 3333.3. Next, the classification of the river network was carried out using the “Order of flows” tool, according to the Strahler method.

As a result, a river network was obtained, classified by river orders according to the Strahler method.

Relief is an indirect factor in the formation of water composition. It influences the conditions of water exchange, and the mineralization and chemical composition of natural waters depend on the latter. The degree of dissection of the relief determines the size of the surface runoff and the drainage of groundwater. The relief redistributes precipitation falling on the earth's surface.

In the study area, you can see the dependence of the mineralization of surface water on the order of rivers. Rivers of the first order combine to form a river of the second order, and so on to the main river. In total, 6 orders of rivers have been allocated in the district according to the Strahler method. According to the method used, the order of watercourses increases if watercourses with the same order intersect.

Thus, with an increase in the order of rivers, the relief decreases, the pressure increases, the slopes become smaller, which means that mineralization becomes higher and the flow modules are lower. Thus, we observe the dependence of surface water mineralization on river orders.

#### *Assessment of the chemical composition of surface waters*

The work was carried out in the ArcGIS and Microsoft Excel software package. For a general assessment, all the results for elements and toxic substances were collected in a table, where each element was assigned its excess relative to the MPC and the total pollution was calculated for each sample.

As a result of the assessment of the chemical composition of surface waters and the constructed graphic materials, certain conclusions can be drawn. By chemical composition, the surface waters of the studied area are ultra-fresh with a mineralization of up to 0.2 g/dm<sup>3</sup>, in the Bezymyannaya River and in the stream are fresh with a mineralization of 0.74 and 0.55 g/dm<sup>3</sup>, respectively, the waters are very soft or soft in terms of hardness, neutral pH 7.0-7.3. The anionic composition of surface waters is dominated by bicarbonate and sulfate ions in various ratios, and by

the chemical composition of sulfate-bicarbonate, bicarbonate-sulfate. The cationic composition of the water is mixed, but calcium predominates in all samples. Over the entire study area, there is an excess of concentrations in individual samples of the following elements: aluminum (1.6-34.2 MPC), manganese (марганец) (1.8-39 MPC), copper (медь)(2.1-8.3 MPC), fluorine (фтор) (3.4 MPC), iron (железо)(1.6 MPC). ПДК

#### *Assessment of the chemical composition of soils*

In general, the results of testing the soil and ground of the area indicate natural sources of increased concentrations of elements. Concentrations of Cu, Mo, and B, exceeding the background are observed almost everywhere. The surveyed drilling sites are clean, characterized by good sanitary condition. No cases of soil contamination with petroleum products have been identified.

#### *Assessment of the chemical composition of bottom sediments*

Elements such as Mo, B, Ga are found in concentrations exceeding background values by more than 1.5 times in almost all observation points. The concentration coefficients of these elements ranged from 1.5 to 14.7. The contents of elements such as Pb, Zn, Co, Sr, Y, Yb exceed background values at some observation points. The rest of the detected micro-components are in concentrations either not exceeding the background values, or below the detection limit, the concentrations of the main components of bottom sediments are constant for the entire territory of the license area. Petroleum products are present in bottom sediments at all points in concentrations up to 600 mg/kg. According to the results of the calculation of the total pollution index, the bottom sediments of the studied territory are considered to be minimally polluted. This indicator does not exceed the value of 8.6 for the entire work area.

#### *Changes in the composition of waters as a result of increased anthropogenic activity*

The results of the assessment of the quality of surface waters of the Exploration and Mogenskaya areas coincide in the main indicators with the

monitoring indicators of 2016. The survey of the areas with sampling was also carried out in the summer. The contents of macro components are quite close in values. Significant contents in different years were obtained for almost the same micro-components: iron, aluminum, manganese. This fact is an additional confirmation of the natural nature of the formation of the hydrochemical regime of water bodies, the areas under consideration.

Sampling of surface waters in 2016 was carried out along the main rivers and streams during the route survey, in 2020 samples were taken near drilling sites. Thus, it is not possible to compare the results of chemical testing on water, since they were selected in different places. In general, it can be concluded that the chemical composition of the water has not changed much in the studied area. The chemical composition of surface waters is formed under the influence of atmospheric precipitation, discharge of groundwater, the material composition of sediments that they drain. The presence of humic acids in the soil-plant layer contributes to the formation of soluble forms of iron and manganese. In addition, it should be borne in mind that the concept of "petroleum products" includes not only oil products. In unpolluted territories, natural biogenic hydrocarbons of plant and animal origin are present in the soils, there may also be petroleum hydrocarbons migrating in the form of gases to the surface.

### *Conclusion*

Surface waters are sulfate-bicarbonate, bicarbonate-sulfate, with a predominance of calcium cations, ultra-fresh and fresh, soft or medium hardness waters with neutral pH 7.0-7.3. Over the entire study area, there is an excess of concentrations in individual samples of the following elements: aluminum (1.6-34.2 MPC), manganese content (1.8-39 MPC) предельно допустимая концентрация, copper (2.1-8.3 MPC), iron (1.6 MPC). The total indicator (in relation to the MPCR) mainly corresponds to the minimum level of surface water pollution and in some samples weak or average. The exception is the Exploration Area in which abnormal excess of manganese, aluminum and iron are recorded. Analyzing the results

obtained, taking into account the geochemical features of the territory, it can be argued that the geological exploration carried out in 2020 did not have a large-scale impact on surface waters. Patterns of surface water distribution by chemical composition were revealed in the landscape zones allocated according to Landsat data. A relationship has been established that is determined by the time of interaction in the nature-water system: with an increase in the order of rivers, mineralization increases, with an increase in the slope of the river, it decreases, or with an increase in tortuosity, mineralization decreases. The following maps are constructed: maps of the actual material, a scheme of landscape zoning, a scheme of the chemical composition of surface waters, schemes of the distribution of trace elements in surface waters, soils and bottom sediments.

## **Bibliography**

1. Methods and information tools for analyzing remote sensing data to detect changes in vegetation caused by industrial waste and dumps, Savorskiy V.P., Loupian E.A., Gornyy V.I., Ermakov D.M., Panova, O.Yu., Konstantinova, A.M. , Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2019. V. 16. No. 6. P. 31–47, 2019;
2. Image retrieval from remote sensing big data: A survey, Li Y.,Ma, J., Zhang Y., Information Fusion,V. 67, Pages 94-115, 2021;
3. The organization of remote sensing data processing for solving the problems of deforestation detection in large areas, Kashnitskii A.V., Khovratovich T.S., Balashov I.V., MODERN PROBLEMS OF EARTH REMOTE SENSING FROM SPACE, Founders: Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, 2019.

### **Abbreviations used:**

TWS - Technogenic waste sources

RS – remote sensing

SCAB - Siberian Complex Artesian Basin

SRTM -Shuttle Radar Topography Mission

MPC – maximum permissible concentration

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Схема химического состава поверхностных вод Халильской рудной зоны

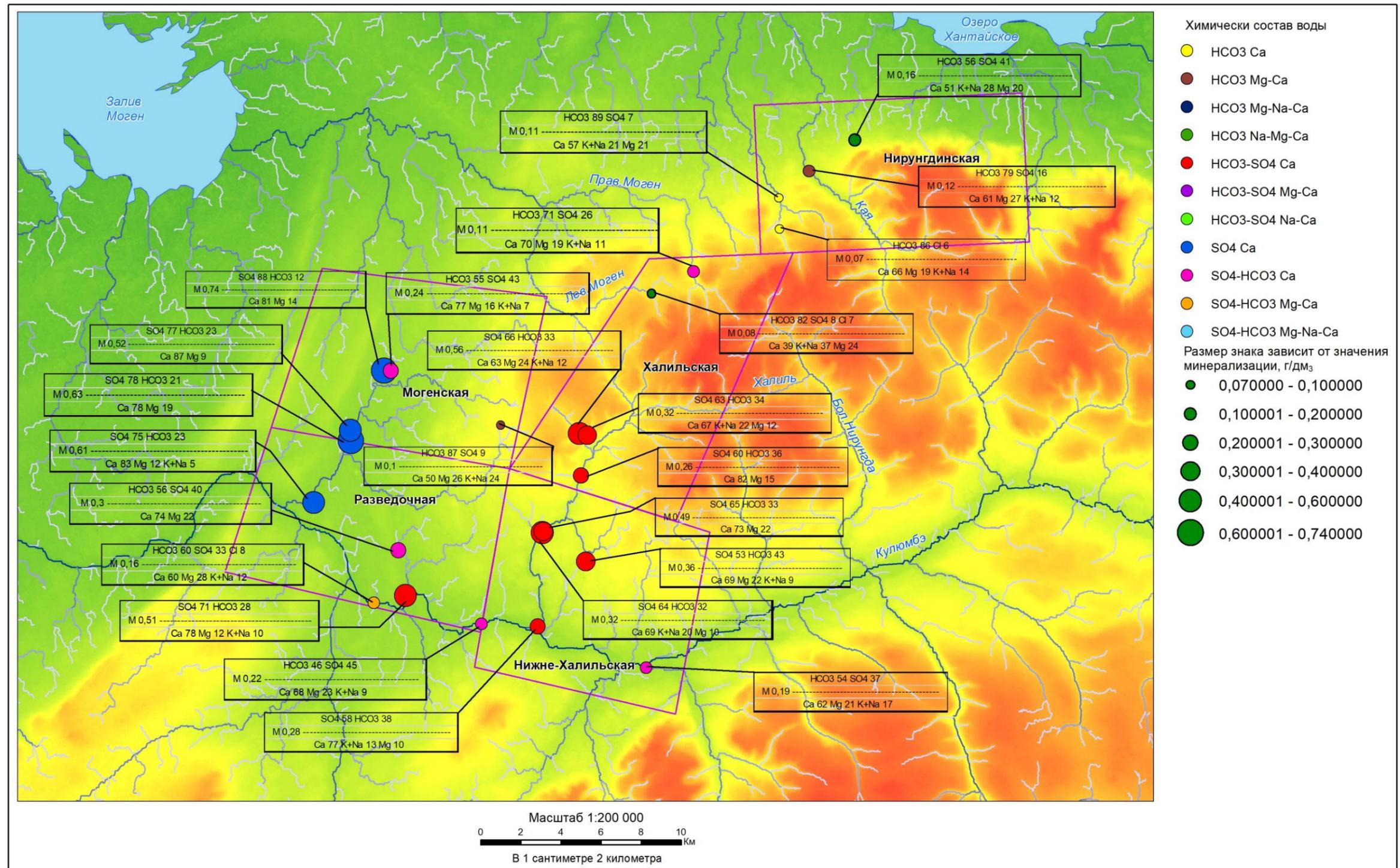


Рисунок Б.1 – Схема химического состава поверхностных вод района исследования в пробах за 2016 г.

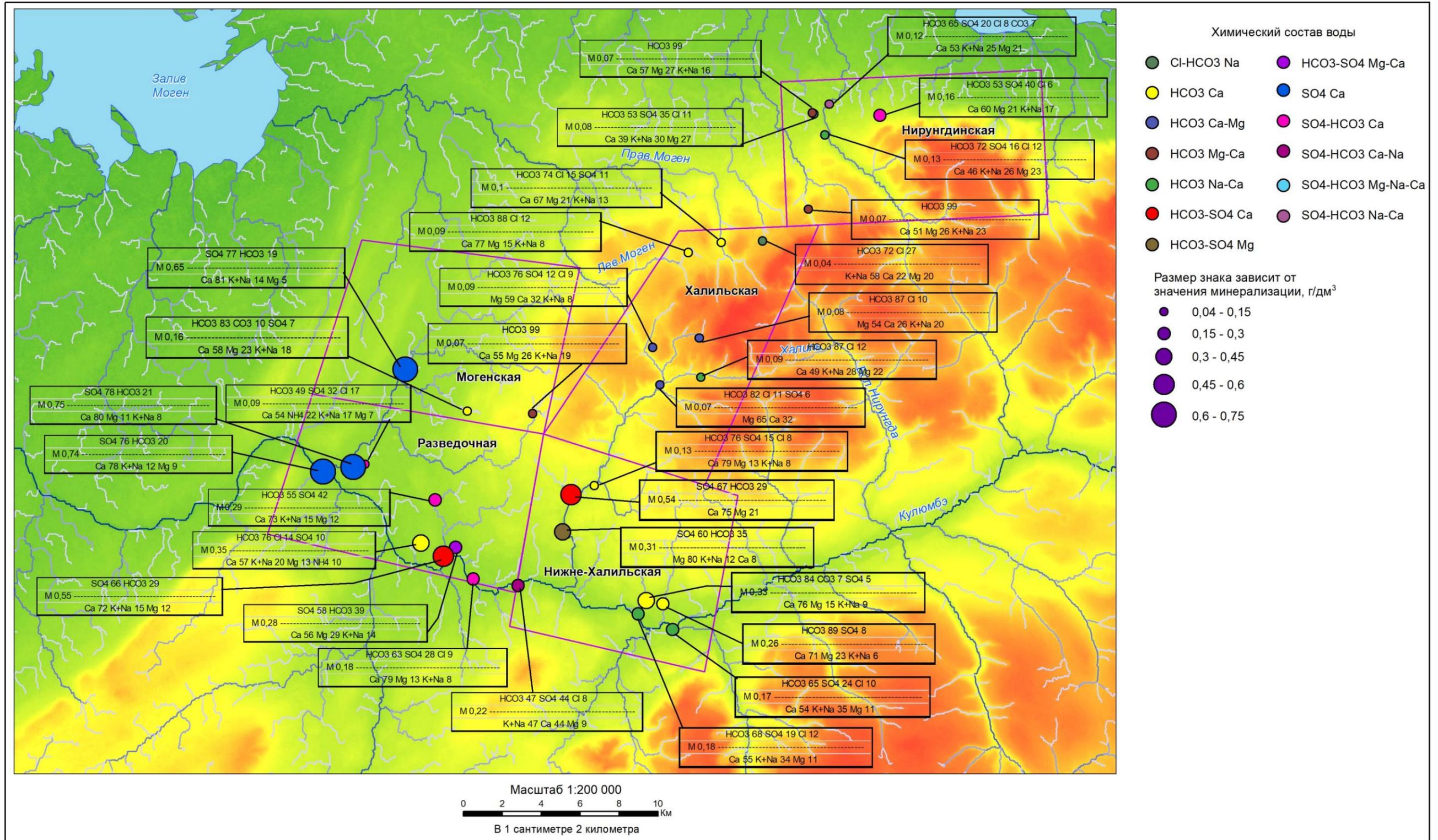


Рисунок Б.2 - Схема химического состава поверхностных вод района исследования в пробах за 2020 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Схемы распределения микроэлементов в пробах почв

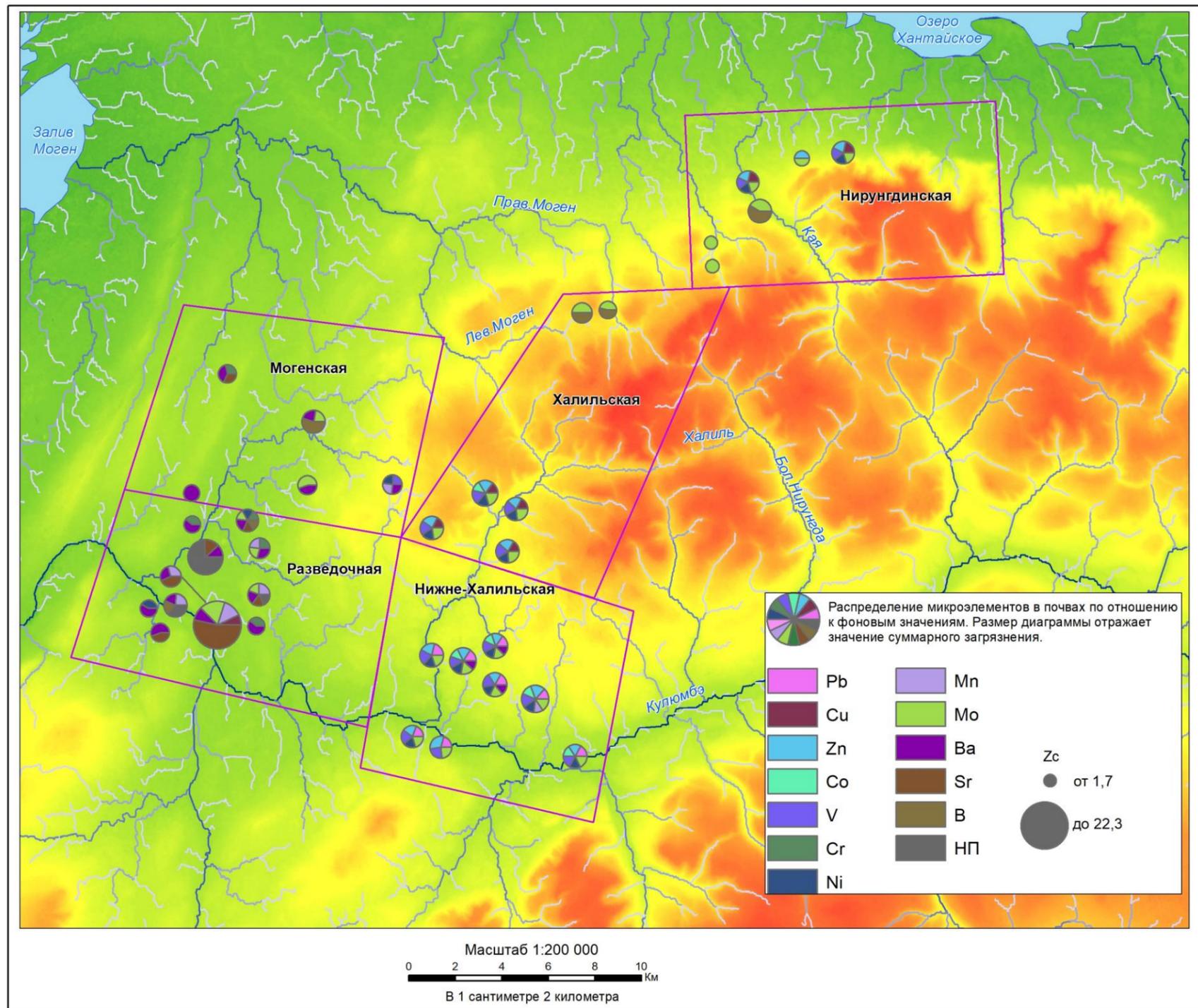


Рисунок В.1 - Схема распределения микроэлементов в пробах почвы района исследования за 2016 г.

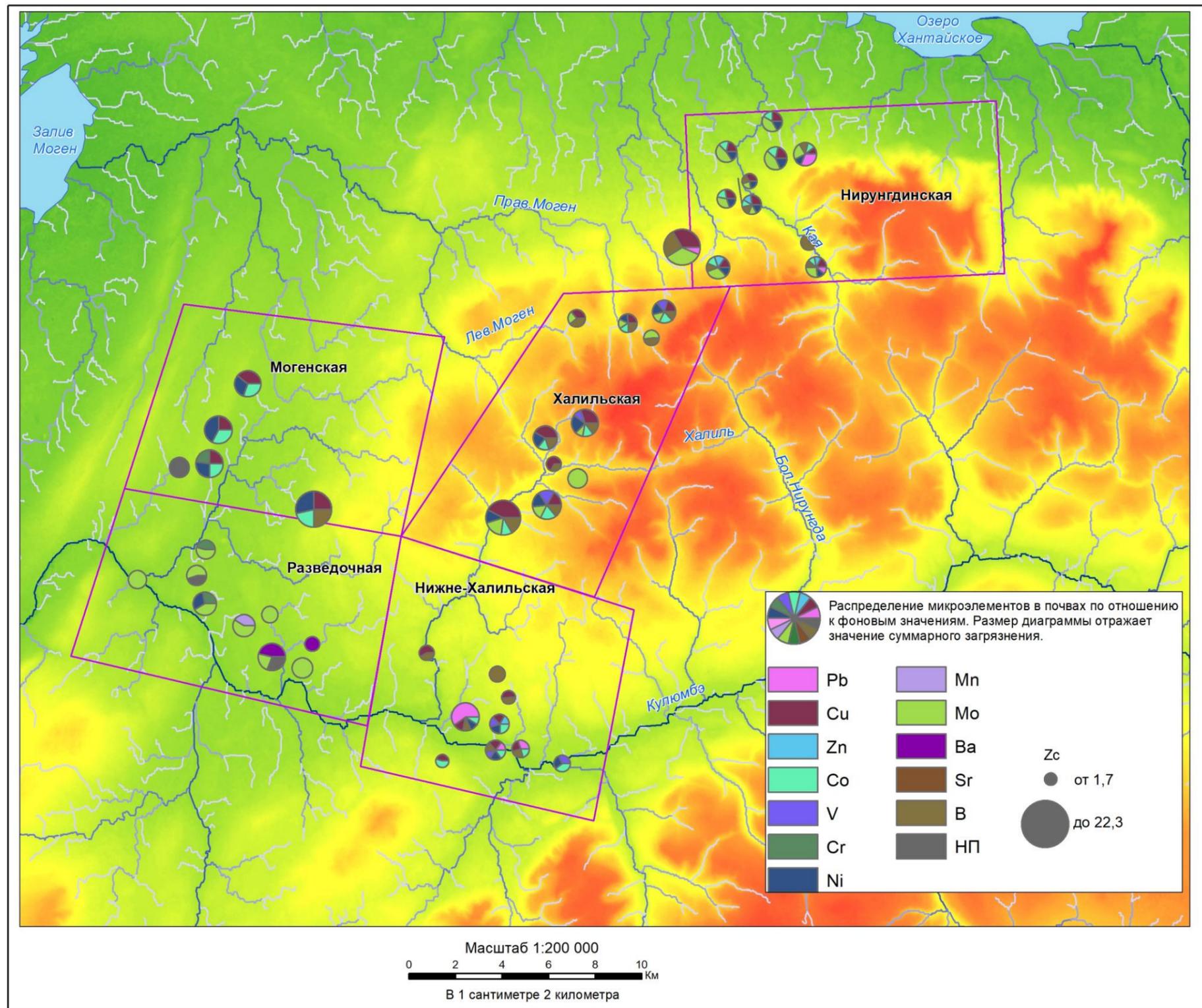


Рисунок В.2 - Схема распределения микроэлементов в пробах почвы района исследования за 2020 г.