

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 Геология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Геология и минералого-геохимические особенности руд Эльконского урановорудного района (Республика Саха (Якутия))
УДК 553.495.064.3; 550.4 (571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Цыпленко Михаил Максимович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Д. Г.-М. Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	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
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Д. Г.-М. Н.		

**Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
подготовки магистров по направлению 05.04.01 «Геология»**

Код результата	Результат обучения
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-5	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК(У)-2	Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ОПК(У)-4	Способен профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК(У)-5	Способен критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Владеет навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры
ПК(У)-2	Способен самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации
ПК(У)-3	Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии
ПК(У)-4	Способен самостоятельно подготавливать и проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные исследования при решении практических задач геологии стратегических металлов

ПК(У)-5	Способен самостоятельно выбирать, подготавливать и профессионально эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы в области геологии стратегических металлов
ПК(У)-6	Способен к комплексной обработке и интерпретации полевой и лабораторной информации с использованием современных методов с целью решения научно-производственных задач
Дополнительные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования, обобщать и анализировать полученную информацию, формулировать заключения и рекомендации

Школа **Инженерная школа природных ресурсов**
 Направление подготовки **05.04.01 Геология месторождений стратегических**
 Отделение школы (НОЦ) **Отделение геологии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Язиков Е.Г.

 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ01	Цыпленко Михаилу Максимовичу

Тема работы:

Геология и минералого-геохимические особенности руд Эльконского урановорудного района (Республика Саха (Якутия))	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.01.2022 №21-45/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

08.06.2022

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Фондовая и опубликованная литература, базы данных опробования, геологическая карта
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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.	Геологическая характеристика Эльконского урановорудного района, анализ глубинного строения, установление закономерностей размещения руд

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Геологическая карта месторождения Северное
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна, доцент, к. э. н.
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, доцент, к. т. н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Geological structure of the Severnoe gold-uranium deposit (Elcon uranium ore cluster (South Yakutia))	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2022

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Д. Г.-М.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Цыпленко Михаил Максимович		

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.04.01 Геология месторождений стратегических
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерской диссертации

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.11.2021	Глава 1. Экономико-географическое положение	
15.12.2021	Глава 2. Геологическое строение района	
25.12.2021	Глава 3. Минералогическая характеристика	
08.03.2022	Глава 4. Геохимическое моделирование	
20.04.2022	Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
20.05.2022	Глава 6. Социальная ответственность при проведении камеральных исследований	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г.Языков	Д.Г.-М.Н.,		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г.Языков	Д.Г.-М.Н.,		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ01	Цыпленко Михаилу Максимовичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 «Геология»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Геология и минералого-геохимические особенности руд Эльконского урановорудного района (Республика Саха (Якутия))	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Цыпленко Михаил Максимович		01.03.2022

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ01	Цыпленко Михаилу Максимовичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология/Геология месторождений стратегических металлов

Тема ВКР:

Геология и минералого-геохимические особенности руд Эльконского урановорудного района (Республика Саха (Якутия))	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Рабочая зона для проведения камеральной обработки: Стол, персональный компьютер, физические носители информации.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация 2. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности 3. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение 4. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности 5. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания 6. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
2. Производственная безопасность: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	<p>Вредные факторы в камеральный период:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение показателей микроклимата; 3. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки; 4. Превышение уровня шума; 5. Статическое электричество; 6. Электрический ток. <p>Опасные факторы на участке работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поражение электрическим током;

	<p>2. Опасность возникновения пожаров.</p> <p>– Расчет: расчет системы искусственного освещения.</p>
3. Экологическая безопасность:	В ходе работ воздействие на селитебную зону не оказывается
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожары; - ЧС в связи с неправильной эксплуатацией технологического транспорта и оборудования; - ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ; <p>Природные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ЧС метеорологического характера (молния) - природные пожары. <p>Наиболее типичная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Цыпленко Михаил Максимович		01.03.2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 120 с., 18 рис., 33 табл., 23 источника, 1 приложение (А)

Ключевые слова: уран, геологическое моделирование, гидротермальные месторождения, метасоматизм.

Объектом исследования являются породы и руды месторождения Северное Эльконского урановорудного района.

Цель работы состоит в выявлении минералого-геохимических особенностей метасоматитов и руд посредством минералогического анализа и геолого-геохимического моделирования.

В процессе исследования проводились следующие виды работ:

1) анализ предыдущих исследований с целью определения степени изученности различных аспектов геологического строения шовных зон Эльконского горста;

2) анализ минерального, химического состава вмещающих пород, рудовмещающих пород (метасоматитов) и непосредственно руд аналогичных рудных зон и самой Северной зоны;

3) статистический анализ распределения содержаний полезных компонентов с предварительной оценкой достоверности опробования, исключением ураганных концентраций;

4) геологическое моделирование на основании полученных данных;

5) формулирование выводов по исследованию.

Область применения. Результаты работы могут быть применены недропользователем для разработки более эффективных методов поиска и разведки подобных объектов в дальнейшем.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	10
ВВЕДЕНИЕ	12
1. Экономико-географическое и структурное положение Эльконского урановорудного района	15
1.2.Предшествующие работы и их анализ.....	17
2. Геологическое строение	19
2.2.Стратиграфия.....	19
2.3. Интрузивный магматизм и проявления метаморфизма	22
2.4.Тектоника.....	25
2.4.1.Пликативные дислокации	25
2.4.2.Дизъюнктивные дислокации	26
2.5.Закономерности размещения рудных зон и их характеристика	32
3. Минеральный состав руд и стадии гидротермального процесса.....	36
3.1.Минеральные ассоциации и стадийность процесса	36
3.2.Минеральный и химический состав руд, технологические сорта	44
4. Геологическое моделирование на основе геохимических данных.....	48
4.1.Исходные данные	48
4.2.Проверка соответствия распределения нормальному закону	49
4.3.Корреляционный анализ.....	50
4.4.Анализ пространственного распределения элементов	52
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	54
6. Социальная ответственность при проведении камеральных исследований по геологическому моделированию	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ И ОТРАСЛЕВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТА .	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	97
ПРИЛОЖЕНИЕ А	100

ВВЕДЕНИЕ

В связи со стабильным ростом потребности человечества в урановом сырье и высокими темпами отработки месторождений песчаникового типа всё острее становится проблема поиска альтернативных месторождений. Одним из типов таковых являются коренные месторождения, связанные с тектоно-магматической активизацией древних щитов, отличающиеся исключительными запасами урана и золота. Также весьма перспективным представляется рассмотрение зон экзогенного окисления крутопадающих рудных залежей как самостоятельных объектов, доступных для отработки методом кучного выщелачивания.

Большой вклад в изучение геологического строения территории центральной части сделал В.Е.Бойцов, изучавший урановое оруденение в пределах Алдано-Тимтонского мегаантиклинория и создавший одну из первых геолого-генетических моделей формирования месторождений эльконского типа. Также с Эльконским урановорудным районом связаны труды большого числа специалистов компаний «РосБурМаш» и «Уранцветмет», изучавшие в ходе поисковых и разведочных работ аспекты минералогии месторождений, метасоматическую зональность и локализацию урановорудных тел. С недавних пор ряд специалистов АО «ВНИИХТ» занимаются изучением окисленных руд месторождений Эльконского типа, а также технологией извлечения полезных компонентов из последних.

Дискуссионными по сей день остаются вопросы, связанные с поиском наиболее продуктивных участков зон окисления, а также проблемы экономичного обогащения первичных браннеритовых руд.

Целью работы является проектирование и обоснование поисковых работ для выявления окисленных золотоурановых руд.

Актуальность работы состоит в исследовании перспективного для минерально-сырьевой базы типа месторождений такого стратегического металла как уран.

Объект исследования: породы и руды месторождений Эльконского урановорудного района на примере месторождения Северное.

Предмет: локализация руд, особенности уранового оруденения, пространственные соотношения рудных тел.

Целью исследования является выявление поисковых признаков и критериев уранового оруденения, минералого-геохимических особенностей пород месторождений.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Анализ предшествующих исследований
2. Обобщение минералого-геохимических особенностей руд
3. Проведение первичной обработки цифровых баз данных
4. Проведение статистических анализов по выборкам
5. Геологическое моделирование
6. Формулировка критериев и признаков.

Фактический материал. В распоряжении находились: цифровая база данных скважин, содержащая в себе данные по содержаниям золота, серебра и урана, литологии и тектонике детализационного участка, отчёт с оперативным подсчётом запасов золота в окисленной части месторождения Северное.

Методы исследований. Работа выполнялась в период очного обучения в магистратуре по направлению «Геология месторождений стратегических металлов» Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ). Основные методы исследования:

- сбор полной информации о месторождении,
- проведение статистических анализов,
- визуализация данных,
- интерпретация полученных результатов и выводы.

Научная и практическая новизна исследования состоит в применении технологий геологического моделирования для выявления закономерностей локализации рудных тел, характерных рудовмещающих

пород, а также выявлении на основании данных моделирования выводов применимых для поиска и разведки аналогичных объектов.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научному руководителю д. г.-м. н., профессору отделения геологии Е.Г. Языкову, за всестороннюю помощь, к. г.-м. н., члену-корреспонденту РАЕН В.А. Домаренко, а также генеральному директору ООО «ГРП» за предоставленные материалы, советы и конструктивную критику.

1. Экономико-географическое и структурное положение Эльконского урановорудного района

Эльконский урановорудный район расположен в северной части Алданского щита, административно относясь к территории республики Саха (Якутии). Приурочен к Алдано-Тимтонскому мегаблоку (Рисунок 1) – центральному из трёх мегаблоков щита, представленному преимущественно породами иенгерского комплекса, а также отложениями фёдоровской серии [1].

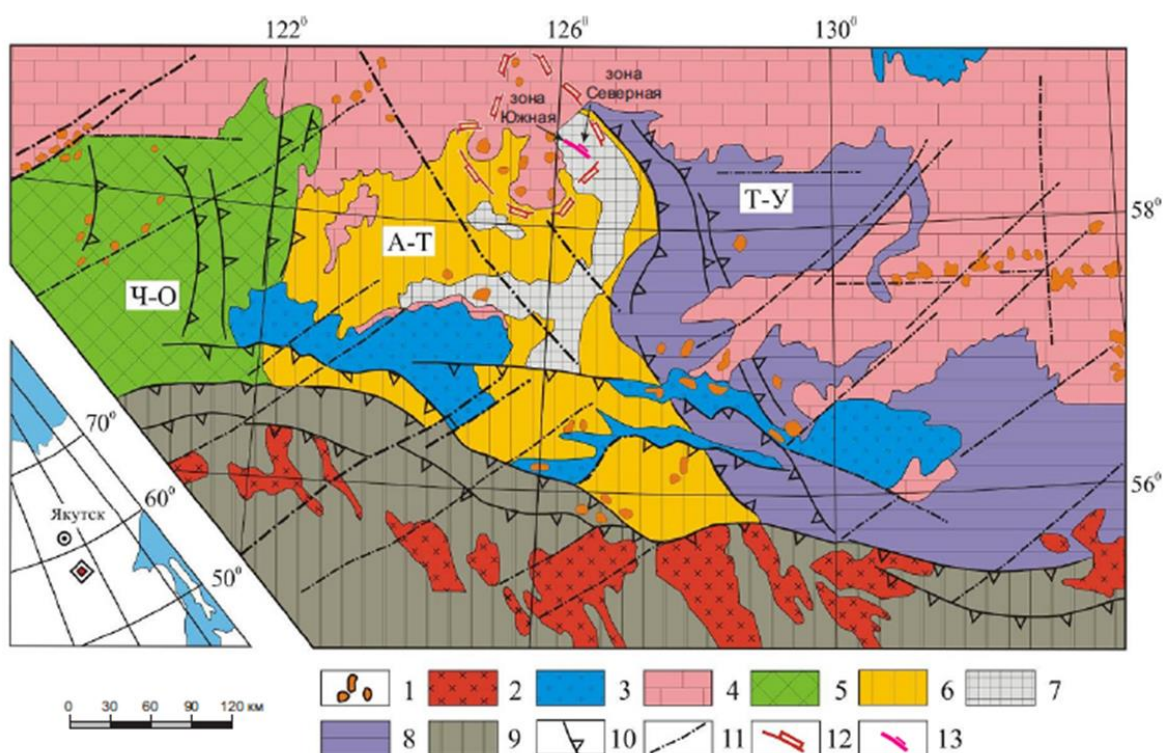


Рисунок 1 – Геологическая схема Алданского щита [3]

Примечание: 1 – мезозойские щелочные и 2 – гранитоидные интрузии; 3 – юрские терригенные отложения; 4 – рифейско-кембрийский платформенный чехол; 5–9 – докембрийские метаморфические комплексы (гнейсы): 5 – олекминский, 6 – иенгерский, 7 – фёдоровская серия, 8 – тимптоно-джелтулинский, 9 – зверевский и становой; 10 – главные и 11 – второстепенные разломы; 12 – граница ЦАР; 13 – месторождения Южное и Северное. Мегаблоки: Ч-О – Чаро-Олекминский; А-Т – Алдано-Тимтонский; Т-У – Тимптоно-Учурский

Эльконский урановорудный район совпадает с одноименной горстовой структурой, сформированной на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации Алдано-Станового щита (Рисунок 2). На территории горстового поднятия широко распространены тела мезозойских интрузий щелочного комплекса, а также большое количество шовных зон, представленных сериями

субпараллельных разломов глубокого заложения северо-западного простирания. Среди них выделяют зоны: Северная, Южная, Центральная, Магнитная, Сохсолоохская, первые две из которых вмещают 95% известных на сегодня объёмов запасов урана и золота в пределах района [2].

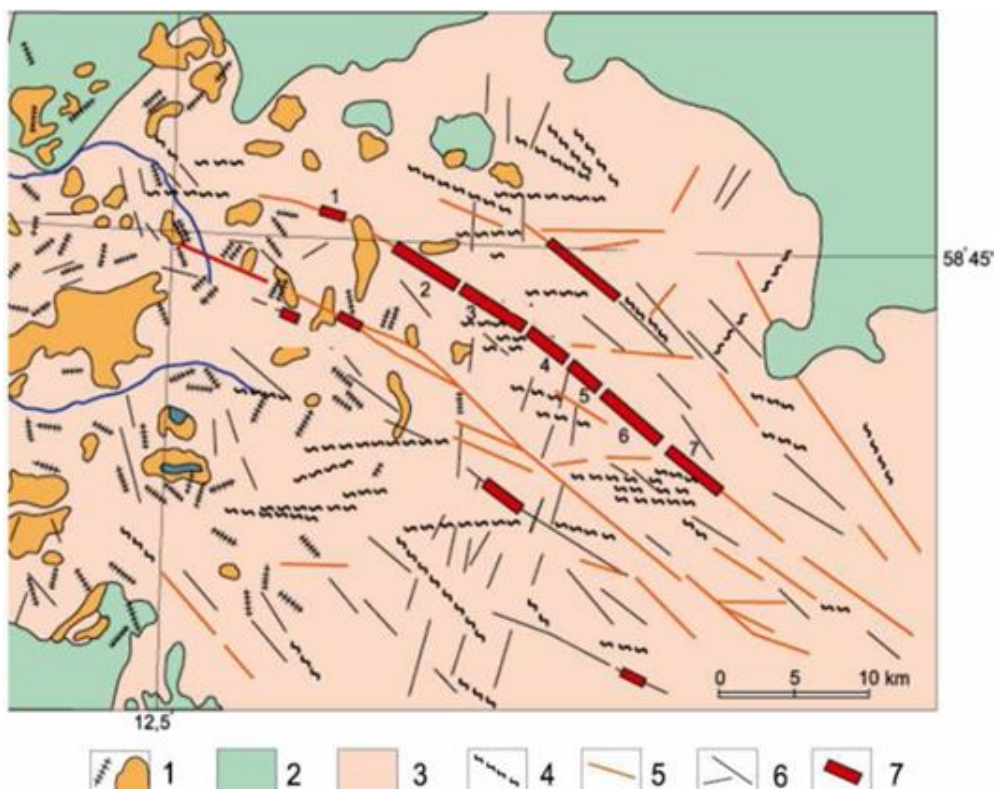


Рисунок 2 – Карта-схема Эльконского урановорудного узла [9]

Примечание: 1 – мезозойские интрузии; 2 – кембрийские платформенные карбонатные формации; 3 – докембрийские метаморфиты и гранитоиды ; 4 – бластомилониты 5 – подновлённые древние разломы ; 6 – мезозойские зоны разломов; 7 – урановые месторождения;

Цифрами на карте указаны месторождения: 1 – Элькон, 2 – Эльконское плато, 3 – Курунг,

4 – Непроходимое, 5 – Дружное, 6 – Минеевское.

1.2. Предшествующие работы и их анализ

Условия локализации урановой и золото-серебряной минерализации в приповерхностной (окисленной) части Зоны Северная изучены ГУП «Алдангеология» на отрезке от р. Курунг (СВ) до р. Джелинда (ЮЗ) на протяжении более 5 км.

Проведенными работами было установлено, что золоторудная минерализация в приповерхностной части зоны приурочена не столько к главному шву зоны, но в большей степени к его оперяющим структурам, в то время, как урановая – к осевой части разлома. Также установлено, что сравнительно мощные интервалы золоторудной минерализации, составляющие в близповерхностной окисленной зоне в среднем 20 м, с глубиной расщепляются и сокращаются до первых метров.

По итогам проведенных на участке Северный работ ГУП «Алдангеология» в зоне окисленных пород до глубины 80-90 м суммарные прогнозные ресурсы золота категории P_1 оценивались в 9597 кг при содержании 1,04 г/т, категории P_2 – 42022 кг при содержании 1,04 г/т. Прогнозные ресурсы серебра категории P_1 оценены в 77406 кг. По мелким рудным телам подсчет прогнозных ресурсов не производился.

Уточнение закономерностей локализации золоторудной минерализации в зоне окисления месторождения Северное продолжалось в ходе разведочных работ, проводимых ЗАО «РУСБУРМАШ» в 2010-2011 гг. В результате этих работ, кроме решения основной задачи – разведки и подсчета запасов урана – выполнена оценка золотого оруденения в приповерхностной окисленной части зоны, пригодного для отработки открытым способом методом кучного выщелачивания золота.

Золоторудная зона изучена на протяжении около 5 км магистральными канавами (13 канав, 1112 м) и наклонными скважинами, пробуренными по сети 800-400 м на 50-75 м между профилями 60-104 (всего 34 скважины, 4554,2 м).

В небольшом объеме были выполнены минералого-технологические исследования в окисленной части зоны, выше контура балансовых золотоурановых руд. Изучено 7 малообъемных минералого-технологических проб, отобранных из канав и 1 технологическая проба из отвала штольни.

Обоснована 2-я группа сложности для серебро-золотого оруденения. Подсчет ресурсов произведен методом геологических блоков в проекции на вертикальную плоскость. Ресурсы оценены до глубины 100-150 м и составили по категории P1: золота – 19129,38 кг, серебра – 124,8 т. По сравнению с подсчетом ГУП «Алдангеология» (2006 г.), количество прогнозных ресурсов увеличилось, примерно, в два раза.

Изучение золотоносности приповерхностной окисленной части Зоны Северная продолжено компанией АО УГРК «Уранцветмет» в 2018-2019 гг. (по заданию АО «Эльконский ГМК»), перед которой была поставлена задача: уточнить условия и закономерности локализации золотого оруденения на детальном участке в пределах окисленной части основной рудной зоны уранового месторождения Северное.

В результате этих работ, ООО «ГРП», дочерней компанией АО УГРК «Уранцветмет», выполнена геолого-экономическая оценка месторождения Северное на основе составления технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций для подсчета запасов окисленных руд и золота, пригодных для открытой разработки методом кучного выщелачивания золота. По рекомендованным к утверждению кондициям выполнен и утвержден подсчет запасов золота и попутных компонентов – серебра и урана.

В 2019-2020 гг. на месторождении продолжились оценочные работы, по результатам которых подготовлен отчет с оперативным подсчетом запасов [10,11].

2. Геологическое строение

2.2. Стратиграфия

Площадь месторождения сложена глубоко метаморфизованными, гранитизированными и дислоцированными образованиями архейского возраста, представленными кристаллическими сланцами и гнейсами, архейско-протерозойскими гранитоидами, дайками метаморфизованных микродиоритов и диоритовых порфиров, дайками палеозойских диабазов, а также телами мезозойских щелочных и щелочноземельных пород алданского комплекса. Четвертичные породы, среди которых выделяются элювиальные, делювиальные и аллювиальные отложения, хотя и развиты на всей площади месторождения, имеют незначительную мощность.

Архейский метаморфический комплекс в пределах месторождения представлен образованиями *верхнеалданской и федоровской* свит.

Верхнеалданская свита представлена верхней подсвитой (ARva₂). Распространена с поверхности на крайнем северо-западе площади в ядре Эмельджакской антиклинали. По данным бурения, образования верхнеалданской свиты, постепенно погружаясь под углом 15-20° на юго-восток, вскрываются до 88 профиля, а также распространены со стороны лежащего бока зоны Северной в интервале буровых профилей 52-68.

Представлена преимущественно верхней частью разреза подсвиты: амфибол-биотитовыми, биотитовыми гнейсами с прослоями диопсидовых и двупироксеновых разностей, гранито-гнейсами.

Нижняя и средняя части разреза верхней подсвиты вскрыты небольшим количеством скважин. Представлены высокоглиноземистыми (кордиеритовыми и силлиманитсодержащими) кристаллическими сланцами и гнейсами с прослоями и линзами кварцитов, биотит-амфиболовых, двупироксеновых гнейсов. Кроме того, в разрезе широко распространены ангидритсодержащие (ангидрит-диопсид-полевошпатовые, ангидрит-диопсидовые с апатитом) породы. Вблизи поверхности ангидрит выщелачивается [9,11].

Мощность образований верхнеалданской свиты до 1000м.

Федоровская свита (*ARfd*), образования которой составляют подавляющую часть площади месторождения, представлена (снизу вверх) *медведевским*, *любкакайским*, *леглиерским* и *керибиканским* горизонтами.

Медведевский горизонт (*ARfd_{1md}*) окаймляет выходы пород верхнеалданской свиты в среднем течении ключа Малого, в правом борту ручья Непроходимого, далее на юго-восток протягивается вдоль висячего бока зоны Северной, в верховьях реки Джелинды частично инъецируется гранитным куполом. В составе горизонта преобладают амфибол-диопсидовые, диопсидовые, двупироксеновые и амфибол-двупироксеновые кристаллические сланцы и гнейсы в различной степени гранитизированные, реже отмечаются биотит-амфиболовые, диопсид-амфиболовые гнейсы. Мощность горизонта варьирует в пределах 50-200м.

Любкакайский горизонт (*ARfd_{1lb}*) пользуется на месторождении наибольшим распространением, принимая участие в строении крыльев складок и в ядрах складок более мелкого порядка. В составе горизонта преобладают умеренно гранитизированные амфиболовые, диопсид-амфиболовые, биотит-амфиболовые, биотит-диопсид-амфиболовые, двупироксен-амфиболовые кристаллические сланцы и гнейсы, реже отмечаются двупироксеновые, гиперстен-амфиболовые, диопсидовые разности. Для пород горизонта зачастую характерна пятнистая текстура. Среди отмеченных пород постоянно присутствует в виде отдельных зерен ангидрит.

Леглиерский горизонт (*ARfd_{2lg}*) выделяется в левом борту ручья Двойного и на водоразделе Двойного-Курунга, участвуя в строении синклинальной складки близмеридионального простирания и представлен зеленовато-серыми, темно-серыми и буровато-серыми диопсидовыми, амфибол-диопсидовыми, двупироксеновыми, амфибол-двупироксеновыми гнейсами. На глубине образования данного горизонта прослеживаются к юго-востоку до бурового профиля 76. В большом количестве в составе горизонта присутствуют диопсидиты, скаполит-диопсидовые, магнетит-диопсидовые

породы. По данным Зверева Н.М.(1975г.), Ознобихина В.А.(1983г.) в составе леглиерского горизонта также отмечается ангидрит. Мощность горизонта колеблется от 150 до 350 метров.

Керибиканский горизонт (ARfd₂kb) развит незначительно в ядре упомянутой выше синклинальной складки в левом борту ручья Двойного. Представлен переслаивающимися амфиболовыми, биотит-амфиболовыми сланцами и гнейсами мелко-, среднезернистыми темно-серыми. В незначительном количестве в составе гнейсов отмечаются диопсид, гиперстен. Неполная мощность горизонта составляет на площади месторождения до 130м.

Четвертичные отложения относятся к верхнему и среднему отделам и представлены элювиальными, делювиальными и аллювиальными отложениями. Мощность первых двух - 1,5-3 м, в нижних частях склонов она увеличивается до 5-7 метров.

Аллювиальные отложения развиты по всем долинам ручьев. Их мощность не менее 5 метров и достигает первых десятков метров. В большинстве случаев аллювиальные отложения представлены супесями с большим количеством крупных валунов и гальки, реже устанавливаются отдельные прослои галечника и среднезернистого песка [11].

2.3. Интрузивный магматизм и проявления метаморфизма

Магматические образования распространены на площади месторождения повсеместно. Среди них выделяются *архейско-протерозойский*, *палеозойский* и *мезозойский* комплексы пород.

Архейско-протерозойский комплекс пользуется наибольшим распространением и представлен нормальными лейкократовыми гранитами (γ_2AR) и аляскитовыми гранитами (γ_3AR), а также дайковыми телами ортогнейсов (метадиоритов). В отдельных скважинах, причем в большем количестве на северо-западном фланге месторождения, отмечаются тела плагиогранитов мощностью до 15-20 метров, обычно согласных с гнейсовым субстратом. Плагиограниты представляют собой средне зернистые светло-серые до серых породы, состоящие из плагиоклаза (60-65%).

Нормальные лейкократовые граниты (γ_2AR) слагают около 30% площади месторождения и распространены повсеместно, чаще в форме согласных тел. Они образуют самостоятельные тела, а также входят в состав мигматитов. Макроскопически эти граниты представляют собой массивные среднезернистые породы серовато-розового и светло-розового цвета. На отдельных участках встречаются мезократовые разности нормальных гранитов и гранитогнейсов. Наиболее крупные массивы гранитов нормального ряда отмечаются в местах распространения любкакайского горизонта, а также в пределах гранитного купола, который занимает пространство от правого борта ручья Непроходимого до верховьев ручья Дружного в лежащем боку зоны Северной. Внутреннее строение тел мезократовых гранитов и гранитогнейсов неоднородно. Как правило, они включают расплывчатые, неясные по очертаниям реликты кристаллических сланцев.

Относящиеся сюда же *гранитные ортогнейсы нормального состава* (ρ_2AR) слагают небольшие, измеряемые несколькими метрами, шпировые обособления, линзовидные, а также послойные и секущие дайковые тела. Протяженность тел ортогнейсов не превышает первых сотен метров, мощность

– от нескольких дециметров до первых метров. Контакты их обычно четкие. Основная масса тел ортотектитов сложена крупно- гигантозернистым кварцем, плагиоклазом и калиевым полевым шпатом.

Аляскитовые граниты развиты на всей площади месторождения, слагая, в основном, мелкие штокообразные тела с четкими секущими контактами. Тела протяженностью до 400 метров. Внутреннее строение тел однородное, структура средне- и крупнозернистая. Аляскитовые граниты имеют ярко-розовый до мясо-красного цвет. Характерен цвет кварца – дымчатый и черный. Граниты обладают повышенной радиоактивностью.

Ортогнейсы (метадиориты) (δAR) среднего состава представлены на площади крутопадающими секущими дайками и сериями даек с четкими контактами северо-западного и субширотного простираний протяженностью от первых сотен метров до 2,5-3 км, мощностью от десятков см до 10-15 метров, а также полосой пологопадающих к западу даек на водоразделе ручьев Двойного-Непроходимого. По составу они отвечают диоритовым порфиритам. Крутопадающие дайки ортогнейсов ориентированы параллельно зоне Северной в ее висячем боку и выполняют субширотный разлом Ветвистый. Породы эти буровато-серые до темно-серых мелко-, тонкозернистые массивные, реже рассланцованные. В зоне Ветвистой и, в меньшей мере, в северо-западных дайках, ортогнейсы калишпатизированы, милонитизированы и в мезозойское время подверглись гидротермальным изменениям. Пологопадающие ортогнейсы рассланцованы интенсивнее и процессы калишпатизации в них проявлены сильнее.

Палеозойский комплекс представлен *диабазами ($\beta\mu PZ$)*, образующими на площади месторождения две системы крутопадающих даек северо-западного (падение к юго-западу под углом 70-85) и северо-восточного простирания с падением к юго-востоку. Основная масса их сосредоточена между буровыми профилями 96-120. Дайки прямолинейные, имеют длину до нескольких сотен метров, мощность до 5-6м. Породы массивные темно-зеленого и зеленовато-

темно-серого цвета тонкозернистые, но часто отмечаются мелко- и среднезернистые.

Мезозойский интрузивно-субвулканический комплекс представлен межпластовыми телами и секущими дайками сиенит-порфиров (εлMZ) и минетт (MZ). С поверхности эти образования отмечаются преимущественно на водоразделе ручья Двойного и р. Курунг, на глубине отдельные дайки пересечены юго-восточнее Двойного. Рой даек щелочноземельных пород северо-восточного простирания закартирован между профилями 104 и 108, падение их к северо-западу под углами 40-57°. Протяженность даек от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров, мощность - до 5-6 метров. Кроме данного направления, отмечаются дайки северо-западного и близмеридионального простираний, имеющие крутые (до 80°) углы падения. Наиболее выдержанная по простиранию полого-падающая к западу дайка минетты мощностью до 5-6 м расположена между профилями 88-66 на горизонтах 250-500м [4,11].

2.4. Тектоника

2.4.1. Пликативные дислокации

Основной пликативной структурой площади месторождения является *Эмельджакская антиклиналь*, ось которой прослеживается с северо-запада на юго-восток и разворачивается в междуречье Акин-Курунг в северо-восточном направлении. Непосредственно на площади устанавливаются фрагмент северо-восточного изгиба антиклинали (на северо-западном фланге месторождения), где юго-восточное крыло структуры сложено образованиями медведевского горизонта федоровской свиты и верхнеалданской свиты, а также юго-западное крыло основной структуры, занимающее всю площадь месторождения к юго-востоку от ручья Непроходимый и сложенное породами любкакайского и медведевского горизонтов федоровской свиты и верхнеалданской свиты. Ядерная часть антиклинали интенсивно гранитизирована. На крайнем юго-востоке площади закартированы отложения леглиерского горизонта, слагающие северо-восточное крыло Акинско-Масчылтской синклинали.

Эмельджакская антиклиналь осложнена структурами более высокого порядка, наиболее значительными из которых являются синклинали складка субмеридионального простирания, сложенная образованиями леглиерского и керибиканского горизонтов в левом борту и придолинной части ручья Двойного, а также антиклиналь субширотного простирания, сложенная породами медведевского горизонта в юго-восточной части площади. Первая имеет ширину порядка 1,5-2,0 км. Ось ее, а также оси сопряженных с нею более мелких складок в междуречье Непроходимый – Курунг наклонены к востоку и юго-востоку. Падение западного крыла к востоку под углами 20-40°, восточного - 35-60° также к востоку. Вторая антиклинальная складка, шириной 500-600 метров и протяженностью более 2,5 км сопряжена с синклиналию примерно такого же размера. Крылья складок падают в разные стороны (к югу

и северу) под углами от 40 до 70°. Лишь на своем выклинивании антиклиналь запрокидывается к северу.

В интервале нескольких буровых профилей устанавливается один из гранито-гнейсовых куполов Эмельджакской антиклинали (его юго-западная периферийная часть). Зона Северная пересекает купол почти по касательной [1,4].

2.4.2. Дизъюнктивные дислокации

Разрывные нарушения являются главными элементами геологического строения месторождения, поскольку часть из них вмещают промышленное урановое оруденение, а другие оказывают влияние на его локализацию. По возрасту они подразделяются на четыре группы:

- разломы архейско-протерозойского возраста;
- разломы палеозойского возраста;
- разломы мезозойского возраста;
- разломы мезо-кайнозойского возраста.

Разломы архейско-протерозойского возраста широко представлены на месторождении, где фиксируются дайками метаморфизованных микродиоритов (ортогнейсами) и пегматоидов (ортотектитов), а также швами милонитов, бластомилонитов и бластокатаклазитов. Они подразделяются на три системы, различающиеся по направлению: субширотные, северо-западные и субмеридиональные.

Субширотные разломы выполнены в основном ортогнейсами и бластомилонитами.

Наиболее значимым представителем этой системы является *зона Ветвистая*, пересекающая по диагонали площадь и под острым углом зону Северную в центральной части месторождения. На поверхности зона представлена единичным швом ортогнейсов мощностью от 10-12 до 20 м. Участками с висячего или лежащего контакта отмечаются швы бластомилонитов по ортогнейсам. Восточнее сопряжений со структурами

северо-западного простирания зона Ветвистая распадается на несколько маломощных параллельных даек мощностью до 2-5 метров. Простирание зоны субширотное ($92-95^\circ$), падение близвертикальное с отклонением на север ($75-85^\circ$). С поверхности (канавы, площадки под буровые скважины) и на глубине в зоне Ветвистой зафиксированы повышение активности, мезозойская метасоматическая проработка, брекчирование.

Другие, более мелкие разломы данной системы, выполненные ортогнейсами и подновленные мезозойскими швами брекчий, отмечаются на юго-восточном фланге зоны Северной (мощность 2-5 м, протяженность 700 метров, падение к югу-юго-западу под 50°), а также на юго-западе площади (мощность дайки ортогнейсов здесь 15-20 метров, протяженность 450 метров, простирание 90°).

Субмеридиональные архейско-протерозойские разломы на площади месторождения картируются на водоразделе ручьев Двойного и Непроходимого и представлены полосой пологопадающих к западу даек ортогнейсов, простирание которых $0-10^\circ$, угол падения от 20 до 45° , мощность отдельных даек от 5 до 60 м в раздувах. Полоса даек пересекает всю площадь месторождения и является продолжением протяженной (более 15 км) полосы ортогнейсов, прослеживающейся с бассейна р. Холодной.

Система архейско-протерозойских разломов северо-западного простирания представлена на месторождении зоной Северной, характеристика внутреннего строения которой будет дана ниже. Кроме зоны Северной, на участке широко развиты дайки ортогнейсов северо-западного простирания, сконцентрированные со стороны висячего бока зоны на всем ее протяжении в полосе шириной от 300 до 800 метров. Протяженность даек от первых сотен метров до 2,5 км. Мощность от долей метра до 4-15 метров. Наиболее протяженные дайки ортогнейсов закартированы центральной и северо-западной части. Мощность их колеблется от 10 до 15-17 метров; при расщеплении мощность отдельных швов уменьшается до 5-1 метра. Падение ортогнейсов к юго-западу от 57° до 73° . Последние довольно часто сопровождаются швами

милонитов. На глубине дайки ортогнейсов иногда наследуются мезозойскими тектоно-метасоматическими образованиями зоны Северной, особенно в местах плавного выполаживания первых. Гораздо реже разломы северо-западного простирания выполнены пегматоидами (ортотектитами), распространенными преимущественно на северо-западном фланге месторождения. Падение даек крутое (от 64 до 80°) в основном на северо-восток. Протяженность их не превышает первых сотен метров (см. описание магматических образований месторождения).

К группе архейско-протерозойских разрывных нарушений должны быть отнесены также тектонические швы, представленные бластомилонитами и бластокатаклазитами по вмещающим породам, ортогнейсам, кварц-полевошпатовым и полевошпатовым породам. Они принимают участие как в строении самой зоны Северной, так и в строении структур северо-восточного, субширотного и северо-западного направлений.

Палеозойские разрывные нарушения сопровождаются дайками диабазов, диабазовых порфиритов, имеющих северо-западное и северо-восточное простирание, которые сконцентрированы, преимущественно, в междуречье р.Курунг – руч. Двойной. Основная система даек северо-западного простирания на поверхности пространственно совпадает с зоной Северной, а далее к юго-востоку выходит в лежащий бок зоны. Протяженность отдельных даек от 300м до 1км, мощность 2-5 метров. Падение их субвертикальное, а также юго-западное под углами 55-73°. Единичные дайки диабазов, представляющие северо-западную систему палеозойских разломов, устанавливаются также северо-западнее руч. Непроходимый в лежащем боку зоны Северной.

Палеозойские разломы северо-восточного простирания, выполненные дайками диабазов, пересекают зону Северную в северо-западной части.

Мезозойские разломы выполнены дайками щелочноземельных и щелочных пород или гидротермально-метасоматическими образованиями и рудными телами с золотоурановой минерализацией. Среди разломов, выполненных дайками мезозойских пород, выделяются разломы северо-

восточного, субмеридионального и северо-западного простираний. Субмеридиональные дайки щелочных пород часто подновляются неотектоническими разломами.

Среди разломов, выполненных гидротермально-метасоматическими образованиями и рудными телами, наиболее распространены нарушения северо-западного простирания, основным представителем которых является *зона Северная*.

Кроме того, отмечаются структуры субширотного простирания, к которым относятся зона Ветвистая. В большинстве случаев северо-западные и субширотные разломы наследуют направление более древних разрывных нарушений, но устанавливаются и собственно мезозойские тектонические швы, к которым приурочены гидротермально-метасоматические изменения и урановое оруденение. Падение этих швов в зоне Ветвистой к северу под углом 75° и к югу под углами $26-35^\circ$.

Субмеридиональные мезозойские разломы на площади месторождения представлены зонами №№313, 314 и 335, расположенными северо-западнее ручья Двойного. Наиболее интересна из них зона № 335, закартированная со стороны лежачего бока зоны Северной. Зона вскрыта одиннадцатью канавами ручной проходки и представлена системами швов кварцевых брекчий катаклазитов, метасоматитов северо-западного и субмеридионального простирания протяженностью от 150 до 300 метров и мощностью от 0,5 до 3 метров. Падение субмеридиональных швов колеблется от 50 до 62° к западу и востоку, северо-западных швов – к северо-востоку и, реже, к юго-западу под углами от 30 до 57° . По данным поверхностных исследований, зона представляется как слабо насыщенный швами штокверк с общим субмеридиональным простиранием до профиля 105. Далее к северо-западу зона приобретает северо-западное простирание. С поверхности образования зоны по данным бороздового опробования канав содержат до $0,02\%$ урана при мощности до $0,7\text{м}$ (К-1279).

Зоны №№ 313 и 314, расположенные соответственно на профилях 121,5 и 111, представляют собой систему маломощных (0,3-0,5 м) тектонических швов, выполненных брекчиями на кварцевом цементе. Система швов, образующих зону № 314, имеют падение к западу под углами 35-70°. Зона № 313 наклонена к востоку под углами 40-65°. Максимальная мощность зоны № 313 до 10 метров. Установленные с поверхности содержания урана в оруденелых интервалах зоны № 313 достигают 0,020-0,025% при мощности последних до 0,6м.

Мезо-кайнозойские разрывные нарушения, представленные зонами дробления и трещиноватости, довольно интенсивно проявлены на месторождении. Они водоносны, кавернозны, лимонитизированы и проявлены в двух основных направлениях: субмеридиональном и северо-восточном. Наиболее многочисленны неотектонические нарушения от середины до северо-западного фланга месторождения.

Одним из отчетливо выраженных северо-восточных нарушений по данным документации поверхностных выработок, штольневых горизонтов и геофизическим данным является система сближенных разломов мощностью до 5 метров, падающих субвертикально или к юго-востоку под углом 80°.

Более значительным по степени проявленности является разлом Прибортовой, прослеживающийся от зоны Южной и тяготеющий к долине ручья Дальнего. В правом борту руч. Двойного фрагменты разлома вскрыты канавами, а в долине ручья Дальнего – скважинами (провалы снарядов, вывалы пород, потери жидкости, фонтанирование и т.д.). Элементы разлома в основном субвертикальные, однако отдельные тектонические швы наклонены к юго-востоку или северо-западу под углами 68-85°.

На погоризонтных планах отмечается горизонтальное смещение зоны Северной с амплитудой 50-55 метров по нарушению, проходящему под долиной ручья Дальнего. Один из элементов разлома вскрыт канавой в правом борту ручья Двойного, где представляет собой зону интенсивного дробления мощностью до 2 метров с элементами залегания: аз. пад. 170°, угол пад. 78° и

сопровождающуюся зоной повышенной трещиноватости такой же ориентировки. Мощность их составляет первые метры, падение к северо-западу под углами 50° и $80-86^\circ$.

Разломы субмеридионального простирания распространены более широко. Они прослеживаются по азимуту от 8 до 25° с вертикальным и субвертикальным восточным или западным падением под углами $80-85^\circ$, редко $60-70^\circ$. Мощности этих разломов от нескольких дециметров до первых метров. Наиболее представителен из неотектонических структур данного направления разлом на крайнем северо-западном фланге месторождения, состоящий из серии субвертикальных зон дробления, повышенной трещиноватости, интенсивно кавернозных пород, сопровождающихся прожилковым окварцеванием, катаклазом, лимонитизацией и выветриванием. Мощность отдельных швов не превышает первых метров. Суммарная мощность зоны разлома более 150 метров.

Заслуживают внимания и два субмеридиональных разлома, подновившие мезозойские нарушения, вмещающие дайки субщелочного состава. Мезозойская минетта в пределах этих разломов разбита трещиноватостью на плитки размером до нескольких мм и выветрена до дресвы. Мощность этих разломов от 1,5 до 7м, падение от 90 до 60° к западу. Заметных смещений вдоль субмеридиональных разломов не отмечалось.

Кроме субмеридиональных и северо-восточных неотектонических нарушений выделяются субширотные разломы, имеющие подчиненное значение [1, 7].

2.5. Закономерности размещения рудных зон и их характеристика

В целом, приуроченность серебро-золотого оруденения в пределах окисленной части зоны определяется следующими признаками пород:

1. брекчиевидный облик;
2. ржаво-бурая окраска за счёт гидроокислов железа;
3. повышенная радиоактивность (по промеру керна от 30 до 50 мкр/час) и пониженные значения кажущегося сопротивления (КС);

В нижележащей, полуокисленной части зоны (на глубине 80-120 м) характерны следующие признаки:

1. сульфидизация в виде мелких рассеянных вкраплений мелкозернистого пирита;
2. проявление маломощных (первые метры) урансодержащих тел (около 0.3%) в узких тектонических швах;
3. сетчатое прожилкование темным до черного кварцем (морион); повышение радиоактивности до 60-120 мкР/ч по промеру;
4. в слабо окисленных участках сохраняется высокая до 150-300, максимум до 1200-7800 мкР/ч.

В пределах рудной зоны по бортовому содержанию 0,4 г/т золота выделяются 3 кулисообразно залегающие рудные залежи: верхняя - I, средняя - II и нижняя - III и отдельные разрозненные рудные тела.

Верхняя залежь I имеет линзовидное строение, прослежена с СЗ на ЮВ от профиля 83 до профиля 76. Включает в себя от одного (ПР76-82) до четырех (ПР83) рудных тел, мощностью от 1 до 6,5 м. Расстояние между рудными телами – 3-7 м.

Наиболее протяженное, первое от поверхности, рудное тело прослежено по простиранию на всем протяжении участка детализации, от ПР83 до ПР76 (~700 м), по падению – до 90 м, мощность изменяется от 6 (ПР83) до 11 м (ПР82) с выклиниванием до 2,5-1 м на юго-восточном фланге. Средние содержания золота – 0,71 и серебра 5,46 г/т. Остальные три рудных тела

выклиниваются по простиранию на СЗ и ЮВ и на глубину. Наибольшая мощность залежи отмечается на профиле 83 (28 м).

В интервале профилей 60-76, более детально изученных в 2019-2020 гг., включает в себя от 1 (ПР64-69) до 5-ти (ПР68-69) рудных тел мощностью от 0,5 до 11,0 м.

Золотое оруденение приурочено к оперяющим субпараллельным зонам (швам) метасоматитов пирит-карбонат-калишпатового состава с маломощными участками аргиллизации по амфибол-биотитовым гнейсам, в висячем боку основной зоны изменений. Наблюдаются редкие маломощные (до 2 м) практически безрудные дайки лейкократовых и аляскитовых гранитов. В местах наиболее сильной метасоматический проработки наблюдается прожилковое окварцевание до 3-5% от общего объема породы. Прожилки серого, серовато-белого цвета, разноориентированные, преимущественно скрытокристаллические и кавернозные мощностью от нитевидных до 5 мм. Урановорудные интервалы в Залежи I отсутствуют.

Средняя залежь II занимает промежуточное положение между верхней и нижней. Представляет собой узкую (от 2 до 10,6 м) слабо извилистую ленту, которая прослеживается по простиранию до ПР80.5 и падению без признаков выклинивания, образованную, преимущественно, одним, в центральной части – тремя (ПР82.5) или двумя (ПР82 и 81.5) рудными телами, расположенными кулисообразно или «разорванными» по падению. В профилях 80.5-81.5 и 82.5 она не выходит на поверхность. Отдельное рудное тело мощностью 3 м, условно отнесенное к Залежи II, выделено на крайнем юго-западном профиле 60. На участке работ 2019-2020 гг. Залежь II, представлена отдельными линзовидными рудными телами (от 0,3 до 5,25 м), прослеживается по простиранию между профилями 62-64 и в профиле 68. На поверхность выходит только в профиле 62. Средние параметры залежи: мощность – 8,5 м, средние содержания золота – 0,80 и серебра 6,15 г/т.

По типу минерализации рудные тела приурочены к «переходной зоне околорудных изменений». В рудных интервалах отмечается умеренное

окварцевание (кварцевое прожилкование), гидрослюдизация. Более локально наблюдается осветление полевых шпатов и окремнение (заполнение межкристаллического пространства кварцем). Рудные интервалы представлены пирит-калишпатовыми метасоматитами, а также оперяющими их метасоматически измененными гранито-гнейсами с кварцевым прожилкованием. Зона окисления, слабо проявленная с поверхности, становится более интенсивной на горизонтах 720-765 (глубина от поверхности 90-110 м), приурочена к лежащему боку рудной зоны. Урановорудные интервалы в контуре залежи отсутствуют.

Нижняя залежь III самая крупная и контролируется основной зоной тектоно-метасоматических изменений. Прослежена с СЗ на ЮВ на всех профилях.

На северо-западном фланге зоны (ПР92, 90) к ней, с определенной условностью, можно отнести два разобщенных рудных тела мощностью от 2,5 до 8,5 м. В направлении на юго-восток (ПР88-85) отмечается постепенное сближение двух основных залежеобразующих тел и увеличение их мощности (до 3,8-16 м) при сохранении средней мощности залежи (включая безрудный промежуток между основными телами) 35-36 м. Между ПР83-80 залежь прослеживается без признаков выклинивания по простиранию более чем на 300 м, по падению – от 130 до 175 м. На ПР83 она образована шестью протяженными сближенными лентообразными телами мощностью от 1-3.9 до 8 м (Граф. 6). В юго-восточном направлении отмечается увеличение ее мощности от 25 м (ПР83) до 45-57 м (ПР80.5), а также возрастание сплошности оруденения: начиная с профиля 82 это практически единое мощное (26-38 до 41 м) рудное тело с субпараллельными протяженными менее мощными (1-4 м) рудными телами, расположенными, преимущественно, в лежащем боку основного рудного тела. На ПР83-82 залежь незначительно конусообразно уменьшается по мощности с глубиной. Средние содержания золота и серебра составляют, соответственно, 0,84 и 4,06 г/т. Урановорудные интервалы выделяются с глубины около 35-45 м, на ПР81-80.5, примерно, с 20 м виде

узких лентовидных линз в центральных и краевых частях залежи и характеризуются низкими значениями – 0,011-0,014%.

От ПР80 в юго-восточном направлении в строении залежи участвуют два, иногда три сближенных рудных тела, мощность залежи варьирует от 25-30 м (ПР76, 80) до 40-50 м в ПР76 и 74 с максимальным раздувом до 83-84 м в ПР71 и резким уменьшением мощности 25-15 м на юго-западном фланге (ПР64, 60).

Увеличение мощности и сплошности оруденения нижней (III) залежи относительно вышележащих (I и II) объясняется ее приуроченностью к основной зоне тектоно-метасоматических изменений и её лежащему боку, характеризующихся возрастанием степени проявленности бластоклаза и метасоматических преобразований, а также интенсивностью окисления и охарактеризованными выше литологическими особенностями вмещающих оруденение образований – более широким развитием гранито-гнейсов, уменьшением числа тел (инъекций) аляскитовых гранитов [4,11].

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:

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

Исследования проводились на золотоурановом месторождении гидротермально-метасоматического генезиса с целью определения эффективности возможного применения предпосылок и признаков оруденения на производстве.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

В данном проекте сегментами рынка являются недропользователи месторождений гидротермально-метасоматического типа, научно-исследовательские организации, а также организации, выполняющие геолого-разведочные работы на подобных объектах.

5.1.2 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 специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (Таблица 5).

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 5 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

пп/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	3	3
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	4
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	3	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	5
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	50	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 разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выявлена низкая степень готовности проекта к коммерциализации: необходима проработка бизнес-плана, маркетинговые исследования, определение формы сбыта, проработка вопроса о выходе на международный рынок.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (Таблица 6). 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 6 – Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны С1. Исследование нового типа урановых месторождений С2. Привлечение и обобщение большого количества исследований</p>	<p>Слабые стороны Сл1.Необходима качественно новая технология отработки месторождения Сл2. Последующие ГРП требуют большого капиталовложения</p>
<p>Возможности В1. Обнаружение аналогичных объектов В2. Разработка более экономичных методов</p>	<p>Угрозы У1.Низкая рентабельность при современных и будущих технологиях</p>

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

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 7. 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 «-».

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

	Сильные стороны проекта		
Возможности проекта		С1.	С2.
	В1.	+	-
	В2.	-	+

	Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1.	Сл2.
	В1.	-	+
	В2.	+	+

	Сильные стороны проекта		
Угрозы		С1.	С2.
	У1.	+	-

	Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1.	Сл2.
	У1.	-	+

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 8).

Таблица 8 –SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны С1.Исследование нового типа урановых месторождений С2.Привлечение и обобщение большого количества исследований</p>	<p>Слабые стороны Сл1.Необходима качественно новая технология отработки месторождения Сл2.Последующие ГРП требуют большого капиталовложения</p>
<p>Возможности В1.Обнаружение аналогичных объектов В2.Разработка более экономичных методов</p>	<p>Анализ регулярно пополняющихся данных о новом типе месторождений стратегического сырья способствует более корректной их оценке</p>	<p>Ввиду сложности отработки крутопадающих залежей необходимо проводить экспериментальные технологические исследования</p>
<p>Угрозы У1.Низкая рентабельность при современных и будущих технологиях</p>	<p>При больших запасах полезных компонентов глубина залегания и химический состав руд не позволяют экономически выгодно извлекать уран и золото</p>	<p>Новая технология отработки крутопадающих залежей на больших глубинах может быть разработана нескоро. Разработка решения требует колоссальных затрат</p>

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

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

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выполнение научно-исследовательской работы
Недропользователь	Получение данных о локализации оруденения

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

Таблица 10 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Выявление минералого-геохимических особенностей метасоматитов и руд
Ожидаемые результаты проекта:	Формулировка критериев и признаков уранового оруденения
Критерии приемки результата проекта:	Проработка литературных источников и промысловых баз данных, резюмированный вывод по результатам исследования
Требования к результату проекта:	Требование:
	Провести сбор и анализ информации об объекте
	Выявить особенности локализации руд
	Смоделировать локализацию руд

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

Таблица 11 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.
1.	Языков Е. Г., Профессор ТПУ, д. г.-м. н.	Руководитель проекта	Консультирование, определение задач	400
2.	Цыпленко М. М. магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Сбор и систематизация БД, выполнение моделирования, анализ результатов	1800
ИТОГО:				2200

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

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	44 763 731 руб.
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.07.2021-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.07.2021
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

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







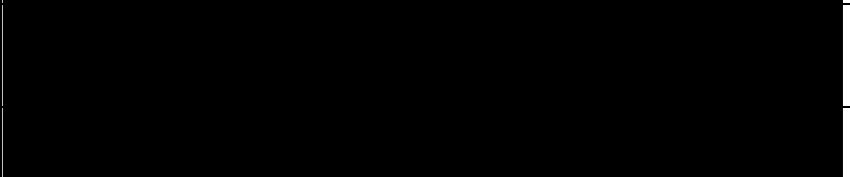
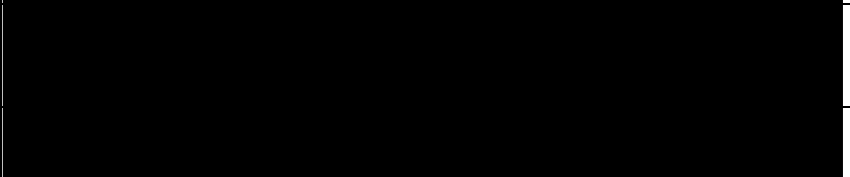
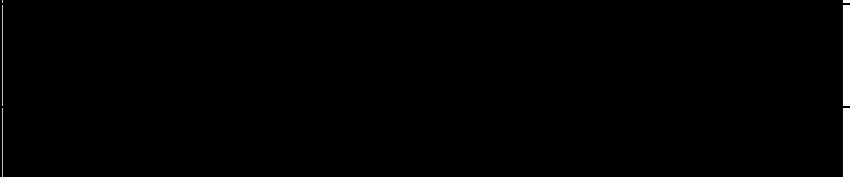
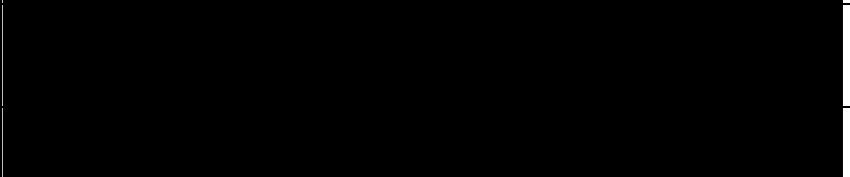
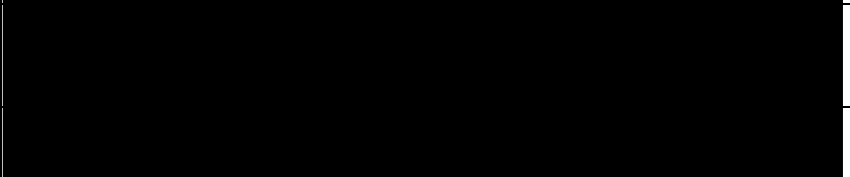
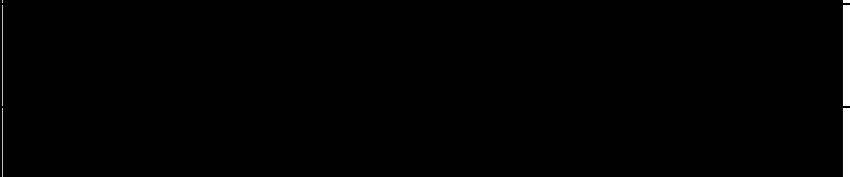
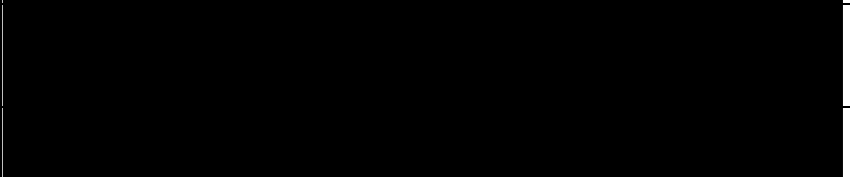
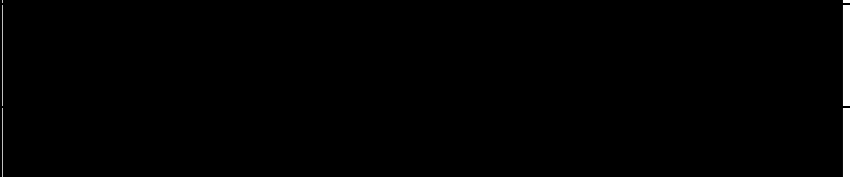
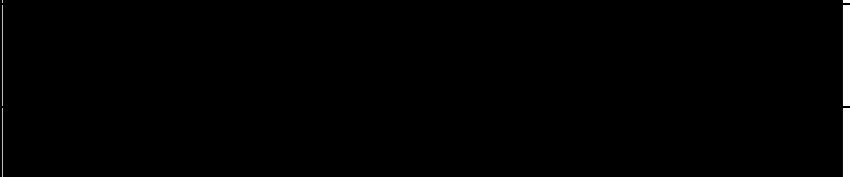
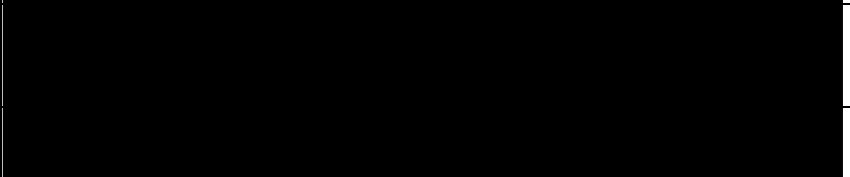
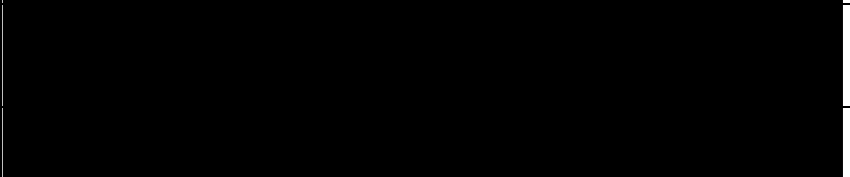
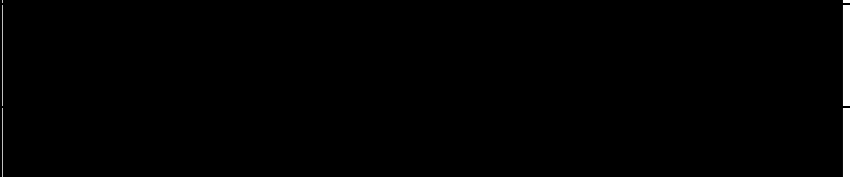
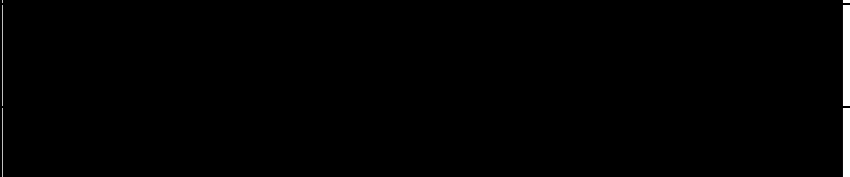
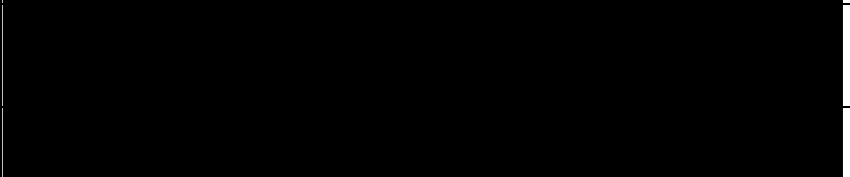
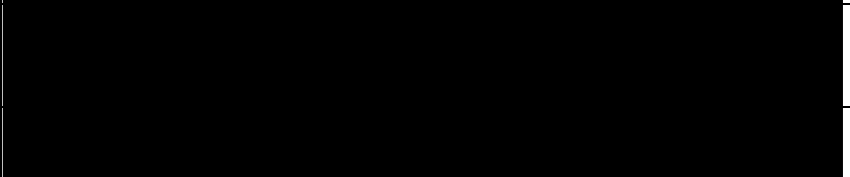
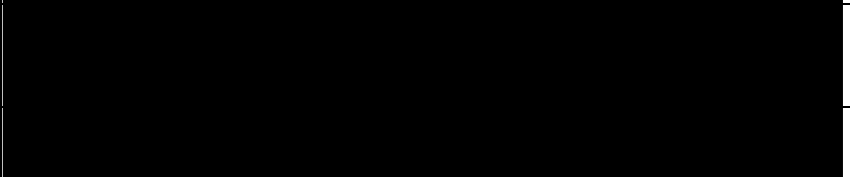
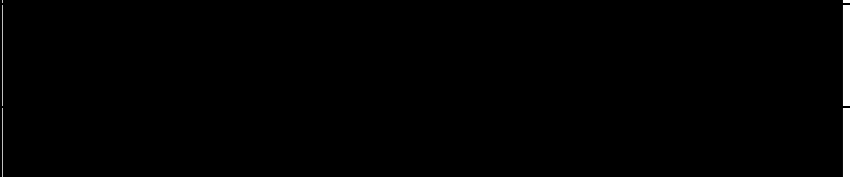
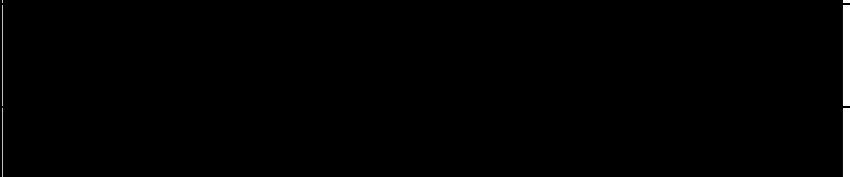


















5.3.2. План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (Таблица 13 , 14).

Таблица 13– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	6	01.09.20	07.09.20	Цыпленко М.М., Язиков Е. Г.
Согласование плана работ	7	08.09.20	15.09.20	Цыпленко М.М., Язиков Е. Г.
Литературный обзор	137	16.09.20	31.01.21	Цыпленко М.М.
Выполнение исследований, обработка полученных данных и обсуждение результатов	365	01.02.21	01.02.22	Цыпленко М.М.
Написание отчета	119	01.02.22	31.05.22	Цыпленко М.М.
Итого:	634	01.09.20	31.05.22	

Таблица 14 – Календарный план график проведения НИР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020				2021												2022							
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май			
Утверждение темы магистерской диссертации	6																								
Согласование плана работ	7																								
Литературный обзор	137																								
Выполнение исследований, обработка полученных данных и обсуждение результатов	365																								
Написание отчета	119																								



- Цыпленко М.М.



- Цыпленко М.М., Язиков Е. Г.

5.4 Бюджет научного исследования

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

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

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 15).

Таблица 15 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	4	20	80
Ручка шариковая	2	15	30
Печать	150	20	3 000
Печатные издания	3	400	1200
Электроэнергия	-	-	5 00
Всего за материалы		23 803 528	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			144,3
Итого по статье			4954,3

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 16).

Таблица 16 – 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	Компьютер	1	700 000	700 000
2	Программное обеспечение Microsoft Office	1	10 000	10 000
3	Специализированные ПО	1	4 020 000	4 020 000
Итого, руб.:				4 730 000

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:

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

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

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

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \text{ руб.},$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1.3 (для Томска).

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

$$Z_m = Z_b \cdot k_p, \text{ руб.}$$

Оклад профессора составляет около 82 016 руб., поскольку руководитель работает на 0.5 ставки, то оклад равен 41 008. Учитывая, что магистрант является сотрудником компании, для расчёта принимаем его основную заработную плату.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель и	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	41 008	1	0.02	1.3	53 310,4	2423,2	212	513 718,4
Магистрант	4 580	-	-	1.3	5 954	270,636	212	57 375

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:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп}, \text{ руб.},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

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

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей НИИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	513 718,4	57 375
Дополнительная зарплата	51 371,84	5 737,5
Итого по статье С _{зп}	565 090,24	63 112,5

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ руб.},$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальные выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0.3 \cdot (513\,718,4 + 51\,371,84) = 169\,527,072 \text{ руб.}$$

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 62820 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = K_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0.8 \cdot (565\,090 + 63\,112) = 502\,562 \text{ руб.}$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0.8.

Таким образом, затраты проекта составляет 6 098 066,3 руб., которые приведены в таблице 21.

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 и дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	4954,3	4 730 000	628 202,74	169 527,072	62820	-	502 562	<u>6 098 066,3</u>
Аналог	5000	5 540 000	684 636	205 390	-	-	601 222	<u>6 435 026,8</u>

4. Операционные затраты, руб = сырье + амортизация + ЗП + соц. отч. + науч. ком. + контр. расх + наклад. расх. ≈

≈ 40% бюджет.

5.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 16.

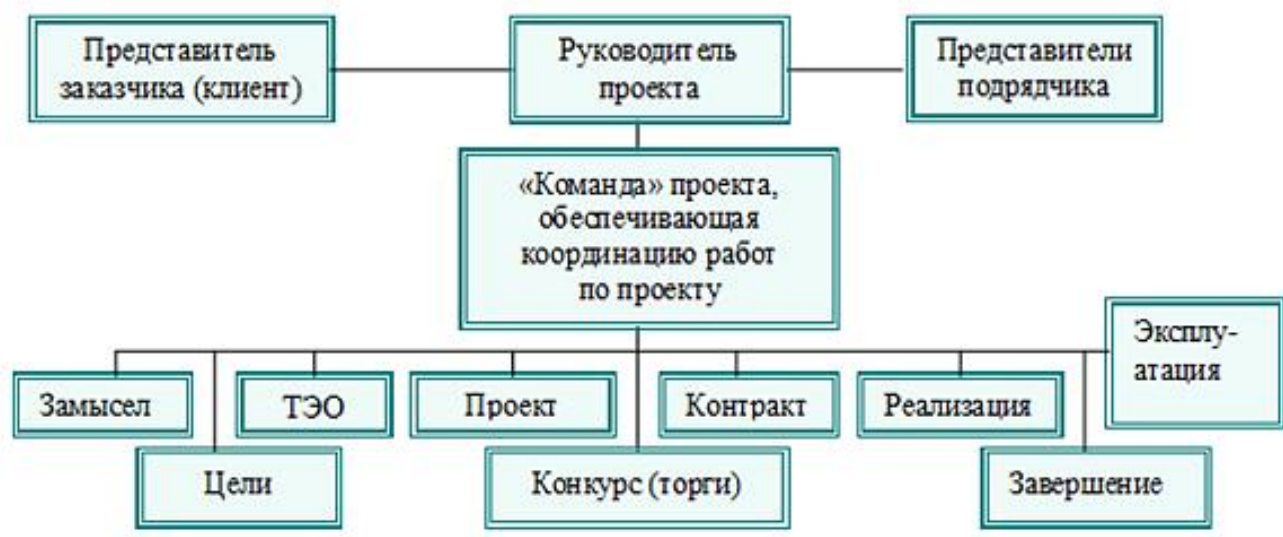


Рисунок 16 - Проектная структура работы.

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

Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
Статус проекта	Исполнитель	Заказчику	Еженедельно (понедельник)
Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Заказчику	Ежемесячно (конец месяца)
Документы и информация по проекту	Исполнитель	Заказчику	Не позже сроков графиков и к. точек
О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю, Заказчику	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	Проведение заверок	Недостаточная квалификация
Погрешность расчетов	2	5	Низкий	Пересчет, проверка	Невнимательность
Отсутствие интереса к результатам исследования	3	4	Средний	Привлечение предприятий.	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:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{оп}}{(1+i)^t} - I_0, \text{ руб.}$$

где: ЧДП_{оп} – 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).

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 24.

При расчете рентабельности проекта ставка дисконтирования принята 20%.

Таблица 24 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом.

Показатель	Ед. изм.	Итого	Год реализации (шаг расчёта)				
			0	1	2	3	4
Выручка	тыс. руб.	2271485	0	567871	567871	567871	567871
Инвестиции и реинвестиции	тыс. руб.	-408200	-408200	0	0	0	0
Операционные затраты (40%)	тыс. руб.	908594	0	227149	227149	227149	227149
Налогооблагаемая прибыль	тыс. руб.	1362891	0	340723	340723	340723	340723
Налоги (20%)	тыс. руб.	272578	0	68145	68145	68145	68145
Чистая прибыль	тыс. руб.	1090313	0	272578	272578	272578	272578
Чистый денежный поток	тыс. руб.	1498513	0	374628	374628	374628	374628
Коэффициент дисконтирования			1,00	0,83	0,69	0,58	0,48
Чистый дисконтированный денежный поток	тыс. руб.		-408200	312065	259992	216535	180571
Чистый дисконтированный денежный поток с нарастающим итогом	тыс. руб.		-408200	-96135	163857	380392	560963

Согласно результатам расчёта значение NPV за 4 года составляет 560 963 тыс. руб. Это говорит о хорошей экономической эффективности применения предлагаемой методики на практике.

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:

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

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{560963}{408200} = 1,37 > 1,$$

следовательно 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.	-408200	374628,2	374628,2	374628,2	374628	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-408200	340537,0	309442,89	281345,78	255871	778996,76
	0,2	-408200	312065,3	259991,97	216535,1	180571	560963,15
	0,3	-408200	288089,1	221779,89	170455,83	131120	403244,68
	0,4	-408200	267484,5	191060,38	136364,66	97403,3	284112,91
	0,5	-408200	249877,0	166334,92	110515,32	74176,4	192703,63
	0,6	-408200	234142,6	146105	91409,281	57318,1	120775,02
	0,7	-408200	220281,38	125500,45	76049,525	41958,4	55589,71
	0,8	-408200	208293,28	115760,11	64061,422	35589,7	15504,49
	0,9	-408200	197054,43	103772,01	54695,717	28846,4	-23831,47
	1	-408200	187314,1	93657,05	46828,525	23226,9	-57173,37

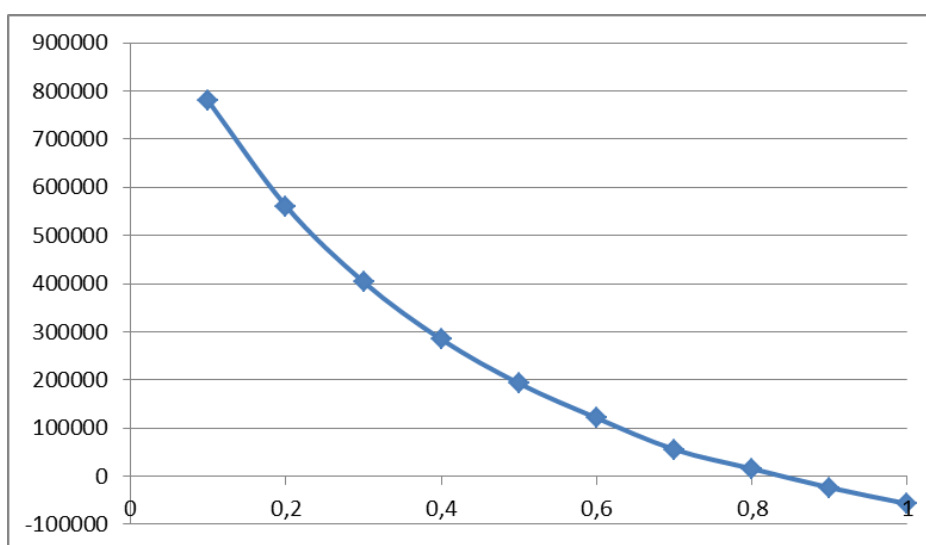


Рисунок 17 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования (IRR).

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

Экстраполировав данный график, получим, что $IRR \approx 85\% > i$, проект эффективен. Запас прочности проекта составляет 65 %.

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разности 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.

Показатель	Ед. изм.	Итого	Год реализации (шаг расчёта)				
			0	1	2	3	4
Выручка	тыс. руб.	2271485	0	567871	567871	567871	567871
Чистый дисконтированный денежный поток	тыс. руб.	969163	0	312065	259992	216535	180571
Чистый дисконтированный денежный поток с нарастающим итогом	тыс. руб.		-408200	-96135	163857	380392	560963
DPP_{дск}	лет		1,369				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения 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 обобщения по исследованиям на объекте	Получение обобщения и построение визуализаций

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;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (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;

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 28).

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0.20	4	2
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.15	5	3
3. Помехоустойчивость	0.15	3	3
4. Энергосбережение	0.15	4	4
5. Надежность	0.15	5	3
6. Материалоемкость	0.20	3	4
Итого	1	24	19

$$I_m^p = 4 \cdot 0.20 + 5 \cdot 0.15 + 3 \cdot 0.15 + 4 \cdot 0.15 + 5 \cdot 0.15 + 3 \cdot 0.20 = 3.95$$

$$I_1^A = 2 \cdot 0.20 + 3 \cdot 0.15 + 3 \cdot 0.15 + 4 \cdot 0.15 + 3 \cdot 0.15 + 4 \cdot 0.20 = 3.15$$

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

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

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.

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

Таблица 29 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.48	0.51
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3.95	3.15
3	Интегральный показатель эффективности	9.25	6.41
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1.4	1.0

Выводы: При сравнении значений показателей эффективности видно, что предлагаемая методика оценки остаточных запасов является более эффективной как в технологическом, так и в экономическом плане.

При выполнении расчётов были определены

- чистая текущая стоимость, (NPV) равная **560963** тыс. руб.;
- индекс доходности $PI=1,37$,
- $IRR = 85\%$,
- $DPP_{\text{дск}} = 1,369$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект со средним запасом финансовой прочности и очень коротким сроком окупаемости.

6. Социальная ответственность при проведении камеральных исследований по геологическому моделированию

Выпускная квалификационная работа представляет собой изучение вещественного состава пород и руд Северной зоны Эльконского урановорудного узла, располагающегося на юге Республики Саха (Якутии). Основной областью применения исследования является разработка критериев и признаков для обнаружения гидротермально-метасоматических месторождений схожего генезиса. Камеральные работы по сбору и обработке результатов исследований осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК).

В данном разделе выпускной квалификационной работы исследованы возможные источники негативного воздействия и средства защиты работника от их влияния. Проанализированы вредные и опасные факторы среды, чрезвычайные ситуации и действия, которые рекомендуется выполнять в случае их наступления.

Были выделены и рассмотрены такие факторы, воздействующие на исполнителя камеральных работ, как: освещение, микроклимат, электромагнитное излучение, монотонный режим работы, нервно-психические перегрузки. К опасным факторам при работе с ПК можно отнести высокое напряжение и возможность короткого замыкания, влекущего за собой опасность поражения разработчика электрическим током, а также пожар.

Непосредственное негативное воздействие на окружающую среду во время камеральных работ не оказывается, однако такое воздействие оказывают отходы, возникающие в процессе жизнедеятельности человека.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Камеральные работы проводились при использовании ПК. При работе с ПК на рабочем месте должны быть выполнены следующие требования:

- оптимально подобранное помещение;
- освещение;
- организация медицинского обследования пользователей;

При выборе ПК необходимо учитывать необходимые мощности для обработки результатов. Также немаловажным фактором при выборе компьютеров для сотрудников является возможность конструкции компьютера изменять положение монитора в различных плоскостях (горизонтальные или вертикальные), с возможной устойчивой фиксацией в положении, удобном для пользователя. Цвет корпуса ПК должен быть нежным, спокойным и без блестящих деталей, которые, создавая блики, вызывают повышенную утомляемость глаз. Экран монитора должен обеспечивать регулировку яркости и контрастности для того, чтобы каждый работник мог установить режим, который будет соответствовать чувствительности глаз и условиям освещенности.

Поверхность рабочего стола должна быть использована для оптимального размещения задействованного оборудования. Кроме того, форма и положение офисного кресла, а также расположение рабочего стола должны быть эргономичны для поддержания комфортной позы пользователя: так, чтобы он мог менять положения своего тела для предупреждения утомления. (Рисунок 18)

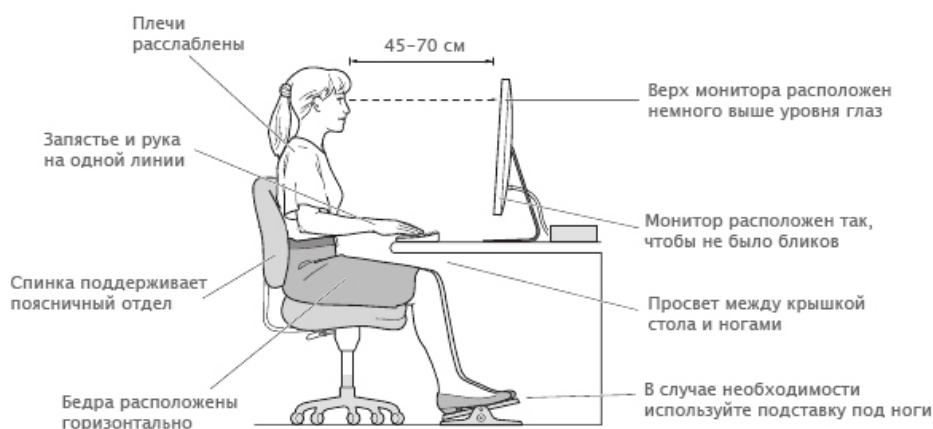


Рисунок 18 – Схема рабочего места (вид сбоку)

Согласно статье 212 ТК РФ [11], работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда. В данный ряд входит обеспечение соответствия условий рабочих мест и режима работы требованиям норм охраны труда, проведение медицинских осмотров, организация

проведения медицинских осмотров, установление режима труда и отдыха в соответствии с законодательством и т.д. Исполнитель камеральных работ также имеет ряд обязательств перед работодателем. Так, в статье №414-V трудового кодекса, исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять прочие требования работодателя касательно его безопасности на рабочем месте.

6.2. Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы, воздействующие на сотрудника, устанавливаются согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [16].

Опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ отражены в таблице 30.

Таблица 30 - Возможные опасные и вредные факторы

Сбор материалов	Этапы камеральных работ			Нормативные документы
	Накопление информации	Обработка	Анализ	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Освещение, шум, статическое электричество, психофизиологические факторы: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [12] СанПиН 2.2.4.548 – 96 [18] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14] ТОИ Р-45-084-01 [15] Микроклимат: СанПиН 2.2.4.548-96 [18] Электрический ток, короткое замыкание: ГОСТ Р 12.1.019-2009 [20]
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
3. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки.		+	+	
4. Превышение уровня шума	+		+	
5. Статическое электричество	+	+	+	
6. Электрический ток	+	+	+	

6.3. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

6.3.1. Отклонение показателей микроклимата помещения

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, определяемый действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Проведение камеральных работ требует учета микроклиматических условий рабочей зоны с учетом избытков тепла, времени года и тяжести выполняемой работы согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [18]. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 31.

Таблица 31 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96

Категория работ по уровню энергозатрат, ккал/ч	Период года	Температура воздуха		Температура поверхности, t °С	Относительная влажность воздуха, φ, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт}	Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт}			Если t° > t° _{опт}	t° < t° _{опт}
Iб, 121-150 ккал/ч	Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0-25,0	15 – 75	0,1	0,2
	Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0-29,0	15 – 75	0,1	0,3

Примечание: Iб – работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Помещение должно быть оборудовано естественной вентиляцией - организованным и регулируемым воздухообменом, обеспечивающим удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу в него свежего. В производственных помещениях с длительным пребыванием в них человека требуется устройство отопительных систем в холодное время года. транспорта теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению и нагревательных приборов.

6.3.2. Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, сохранении его здоровья и обеспечении высокой работоспособности. Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации внимания работников. Работа инженера в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что, в случае недостаточной освещённости рабочего места, вынуждает его работать с контрастным фоном. В результате у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение осуществляется через окна. Искусственное освещение в помещении должно осуществляться системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяется системы комбинированного освещения. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Требования к освещению установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[14].

Расчёт общего равномерного искусственного освещения по методу светового потока

Дано:

Помещение длиной 6 м, шириной 4 м, высотой 2,50 м.

Необходимая освещённость $E_n = 400$ лк;

Уровень рабочей поверхности над полом $h_{рп} = 0,8$ м;

Световой поток ламп светильника определяется по формуле:

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

E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, m^2

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

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

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока, %.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_{рп} = 2,5 - 0,8 = 1,7 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,4 \cdot 1,7 = 2,38 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего светильника до стены:

$$L/3=0,79 \text{ м}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{ряд} = ((B - (2/3 * L) / L) + 1) = (4 - (2/3 * 2,38) / 1) + 1 \approx 3$$

$$n_{св} = (A - 2/3 * L) / (l_{св} + 0,5) = (6 - 2/3 * 1,7) / (1,23 + 0,5) \approx 3$$

Размещаем светильники в 2 ряда. В каждом ряду можно установить 3 светильника типа ОД-2-40 мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 35,5 см. Так как в каждом светильнике установлено по 2 лампы, общее число ламп в помещении будет равно 12 шт.

Индекс помещения:

$$i = S / h(A+B) = 24 / (2,5(6+4)) = 24/25=0,96$$

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

$$F = (400 * (4 * 6) * 1,5 * 1,1) / (12 * 0,55) = 15.840 / 6,6 = 2400 \text{ lm}$$

Выбираем ближайшую лампу ЛХБ-40 со световым потоком 2780 лм.

Проверка выполнения условия:

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

Световой поток лампы ЛХБ-40 отклоняется от расчётного на 15,8%, что входит в допустимые пределы от -10% до 20%.

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P = 12 * 40 = 480 \text{ Вт}$$

6.3.3. Превышение уровня шума

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПК уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14] установлены допустимые значения уровней звукового давления, создаваемого ПК (таблица 32).

Таблица 32 - Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в ДБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

6.3.4. Психфизиологические факторы

Работа с ПК сопряжена с воздействием вредных психфизиологических факторов, в частности, нервно-психических перегрузок. Для снижения воздействия вредных факторов, устанавливаются перерывы в работе для отдыха сотрудников. Суммарное время регламентированных перерывов при

работе с ПК зависит от категории трудовой деятельности и уровня нагрузки за рабочую смену [10]. В таблице 33 приведено суммарное время отдыха для каждой категории работ.

Таблица 33 - Суммарное время перерывов в зависимости от категории работы и нагрузки

Категория работы с ПК	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, часов	Суммарное время перерывов, мин
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90

В данном случае уровень нагрузки относится к группе В, категория работы III. Согласно таблице, требуется установить перерывы, сумма которых за смену составит не менее 90 минут. По типовой инструкции по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 для данной категории работ требуется установить перерывы по 15 минут каждый трудовой час [15].

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

- проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы;
- на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;
- для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения (индивидуально);
- для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы (согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14]).

6.3.5. Статическое электричество

В помещениях, оборудованных ПК, токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении персонала к любому из элементов ПК. Такие разряды опасности для человека не представляют, однако кроме неприятных ощущений могут привести к выходу оборудования из строя.

Для предотвращения образования и защиты от статического электричества в помещении используются нейтрализаторы и увлажнители, а полы имеют антистатическое покрытие в виде поливинилхлоридного антистатического линолеума.

Также в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлен максимальный допустимый электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В [14].

В качестве мер уменьшения влияния вредных факторов на пользователя используются защитные фильтры для мониторов, увлажнители воздуха. Должны использоваться розетки с заземлением. Требуется проводить регулярную влажную уборку.

6.4. Электрический ток

К опасностям использования электрического тока относятся возможность поражения электрическим током, а также воспламенения электронных устройств из-за воздействия различных условий – попадания влаги или нарушения изоляции.

Поражение электрическим током может привести к ожогам, судорогам, повреждению нервной системы, а также смерти. Возникновение пожара может привести к последствиям, описанным в ГОСТ 12.1.033-81 [22].

Во избежание смерти и других негативных эффектов необходимо соблюдать правила пожарной и электрической безопасности. Подготовка к предупреждению возникновения данных ситуаций должна производиться до начала работы.

Требования безопасности при эксплуатации электрооборудования регламентируются следующими нормативными актами:

ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [20];

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей,
утверждёнными Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6 [17].

Согласно им:

- электрооборудование, имеющее контакты для подключения заземления, должно быть заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации оборудования;
- все крышки и защитные панели должны находиться на своих местах (при отсутствии крышки или защитной панели эксплуатация электрооборудования не допускается);
- при работе с электрооборудованием не допускать попадания влаги на поверхность электрооборудования, а также касаться электрооборудования влажными руками;
- вентиляционные отверстия электрооборудования не должны быть перекрыты находящимися вплотную стенами, мебелью, посторонними предметами;
- выдергивание штепсельной вилки электроприбора необходимо осуществлять за её корпус, при необходимости придерживая другой рукой корпус штепсельной розетки;
- подключение и отключение разъемов компьютеров и оргтехники должно производиться при отключенном питании (за исключением подключения и отключения USB-устройств);
- удаление пыли с электрооборудования должно производиться в отключенном от электрической цепи состоянии;

- перед использованием электроприборов необходимо проверить надёжность крепления электророзетки, свериться с номиналом используемого напряжения;
- корпуса штепсельных розеток и выключателей не должны содержать трещин, оплавлений и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надёжность контакта;
- кабели (шнуры) электропитания не должны содержать повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний.

6.5. Экологическая безопасность

Персональный компьютер может нагреваться, а также быть источником электромагнитного и ионизирующего излучения, а также шума. Для защиты здоровья сотрудников, работающих с программным обеспечением, рекомендуется соблюдать необходимую дистанцию при работе с компьютером (от 0.5 до 1 м), а также использовать эффективные охлаждающие системы и наиболее современное и эффективное оборудование.

Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

При необходимости утилизации компьютерной техники пользователь должен руководствоваться следующими принятыми положениями. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления» [19] запрещает юридическим лицам самовольно избавляться от опасных отходов. Этим видом деятельности могут заниматься только специализированные структуры. В их число входят и фирмы, которые занимаются утилизацией электронных отходов. В данных структурах обращение с отходами регламентируется ГОСТ Р53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», а распространены они повсеместно [23].

6.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС:

- пожары;
- ЧС в связи с неправильной эксплуатацией технологического транспорта и оборудования;
- ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ;

Природные ЧС:

- ЧС метеорологического характера (молния)
- природные пожары.

Мероприятия медицинской защиты в природных и техногенных ЧС следует планировать и осуществлять с использованием наличных сил и средств министерств и ведомств Российской Федерации, непосредственно решающих задачи защиты жизни и здоровья людей, а также специализированных функциональных подсистем РСЧС: экстренной медицинской помощи, санитарно-эпидемиологического надзора, защиты и жизнеобеспечения населения в ЧС, экологической безопасности и других, с их наращиванием путем создания и развертывания необходимого количества медицинских формирований и учреждений [24].

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при работе с персональным компьютером является пожар на рабочем месте. В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры [22]:

- в помещении должны находиться средства тушения пожара, средства связи, план экстренной эвакуации;
- электрическая проводка электрооборудования и осветительных приборов должна быть исправна;
- все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, средств связи и номера экстренных служб;

- все сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации, а также проинструктированы в соответствии с техникой безопасности. Существует необходимость прохождения повторного инструктажа в соответствии с календарным планом.

При пожаре в здании необходимо:

- Остановить работу оборудования и по возможности обесточить ее;
- Каждый работник должен строго соблюдать установленный противопожарный режим, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и знать порядок и пути эвакуации на случай пожара;
- Лица, не прошедшие первичный противопожарный инструктаж, к работе не допускаются;
- Сообщить о возгорании пожарным и ответственному руководителю;
- Оценить возможное распространение пожара, создающее угрозу для людей и пути возможной эвакуации;
- Приступить к ликвидации очага возгорания при помощи первичных средств пожаротушения (огнетушитель, песок, кошма и т.д.);
- Чтобы избежать пожара, находясь на рабочем месте, необходимо строго соблюдать следующие правила пожарной безопасности;- Курение в организации допускается в строго определенных местах, соответствующим образом оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения (на улице). Курить в зданиях категорически запрещено;
- Лица, нарушающие требования пожарной безопасности, привлекаются к административной ответственности;
- Каждый работник организации должен проверить: наличие и состояние первичных средств пожаротушения; противопожарное состояние электрооборудования; работоспособность системы вентиляции; исправность телефонной связи; состояние эвакуационных выходов, проходов;
- В случае возгорания немедленно сообщить руководителю, ответственному за пожарную безопасность. Для вызова городской пожарной команды звонить с городской АТС - 101, с сотовых - 112. Принять меры по

ликвидации очага возгорания и необходимости эвакуации людей и имущества из помещения.

Рабочее помещение должно быть оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Необходимо иметь средства противопожарной защиты в помещении, такие, как порошковый огнетушитель, а также пожарную сигнализацию, средства связи и план эвакуации. Также рабочее место должно иметь достаточно пространства для эвакуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ проведенных работ выявил следующие особенности размещения золотого оруденения:

1. Центральные части ураноносной зоны, образованные прерывистыми швами и зонами брекчирования мощностью до 1,5 м и полнопроявленными пирит-карбонат-калишпатовыми метасоматитами с радиоактивностью 460-650 мкр/ч, в приповерхностной части не содержит значимых золотоносных участков.

2. Более значительные проявления золотого оруденения установлены в оперяющих основную зону структурных швах висячего и лежащего боков, расположенных субпараллельно основной зоне на удалении 20-80 м. Рудоносные структуры висячего бока представлены сближенными или разобщенными тектоническими нарушениями, сопровождающимися гидротермально измененными вмещающими породами в виде маломощных швов и зон неполно проявленных пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитов. Главные рудоносные структуры, приуроченные к лежащему боку зоны, также представлены сериями сближенных пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитов, брекчий с реликтами вмещающих пород мощностью 1,7-3,5 м.

3. Наиболее высокие содержания золота (по отдельным пробам до 17 г/т (скв.6403, 99.5-99.8 м) размещаются между зонами полнопроявленных метасоматитов в интенсивно окисленных и трещиноватых хлоритизированных и альбитизированных плагиогнейсах и плагиосланцах.

В ходе написания магистерской диссертации, были достигнуты цели по изучению особенностей геологического строения и уранового оруденения Северного месторождения Эльконского урановорудного района.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ И ОТРАСЛЕВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТА

Опубликованные работы

1. Цыпленко М. М. Рентгенолюминесценция кварца пегматитов Уйпекту (Ошкинское пегматитовое поле, Западная Монголия) //Геология в развивающемся мире. – 2020. – С. 137-140.

2. Цыпленко М. М. Структурный типоморфизм кварца хрусталеносных пегматитов (Ошкинское пегматитовое поле, Западная Монголия). – 2020.

3. Цыпленко М. М. Структурный и химический типоморфизм кварца пегматитов (Ошкинское пегматитовое поле, Западная Монголия): выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 05.03. 01-Геология. – 2020

4. Цыпленко М. М. Минералого-геохимические особенности урановорудных эльконитов Алданского щита //Проблемы геологии и освоения недр: труды XXV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию горногеологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 5-9 апреля 2021 г. Т. 2.—Томск, 2021. – 2021. – Т. 2. – С. 29-31.

Участие в геологических конкурсах, олимпиадах, конференциях

5. Призёр олимпиады «Я-профессионал» по направлению Геология (бакалавриат), 2020 г.

6. Бронзовый призёр инженерного чемпионата «Case-In» по направлению Геологоразведка, 2021 г.

7. Выступление на XXVI Международном симпозиуме студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова с докладом «Отличительные особенности окolorудных метасоматитов и руд месторождения Северное (Эльконский урановорудный район, Южная Якутия)» (тезисы в процессе публикации), 2022 г.

8. Призёр олимпиады «Я-профессионал» по направлению Геология (специалитет/магистратура), 2022 г.

9. Бронзовый призёр инженерного чемпионата «Case-In» по направлению Геологоразведка, 2022 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Опубликованные источники

1. Казанский В. И., Максимов Е. П. Геологическая позиция и история формирования Эльконского урановорудного района (Алданский щит, Россия) //Геология рудных месторождений. – 2000. – Т. 42. – №. 3. – С. 211-230.
2. Молчанов А. В. и др. ЭЛЬКОНСКИЙ ЗОЛОТО-УРАНОВОРУДНЫЙ УЗЕЛ (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)(основные черты геологического строения, петрографо-геохимические особенности гидротермально-метасоматических образований и рудоносность) //Региональная геология и металлогения. – 2012. – №. 50. – С. 80-101.
3. Зайченко А. П., Домаренко В. А., Перегудина Е. В. Внутреннее строение рудовмещающей структуры комплексного золото-уранового месторождения «Северное»(Эльконский урановорудный район) //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – №. 9. – С. 78-86.
4. Тарханов А. В. и др. Новый тип уран-золотых месторождений в линейных корях выветривания на древних щитах на примере месторождения Северное (Алданский щит, Республика Саха (Якутия)) //Разведка и охрана недр. – 2020. – №. 1. – С. 14-19.
5. Жижин В. И., Лоскутов Е. Е. Эльконская шовная зона, сектор крупного магмотектогена или горст //Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2013. – №. 1 (69). – С. 54-61. Милютин А. Г., Порцевский А. К., Калинин И. С. Охрана недр и рациональное недропользование при горных, горно-разведочных и буровых работах //Москва. – 2005.
6. Горошко М. В., Гильманова Г. З., Рыбас О. В. Анализ цифровых моделей рельефа при геологических исследованиях Эльконского урановорудного района (Алдано-Становой щит) //Тихоокеанская геология. – 2015. – Т. 34. – №. 2. – С. 61-66.

7. Терехов А. В. и др. Два типа рудоносных гумбеитов Эльконского золото-урановорудного узла (Южная Якутия) //Региональная геология и металлогения. – 2014. – №. 60. – С. 71-86.

Фондовые источники

8. Бойцов В.Е., Верчеба А.А., Алешин А.П., Печенкин И.Г., Пшеницын А.Л. Отчет о научно-исследовательской работе по Государственному контракту № 02.740.11.0321 от 07 июля 2009г. по теме: «Закономерности формирования крупных комплексных месторождений урана и золота на территории России»

9. Окончательный отчёт. Исследование минералого - геохимического состава золото-урановых руд в главных рудных сечениях месторождений Дружное, Элькон, Непроходимое / В.А. Домаренко [и др.]. - Томск, 2011

10. Отчет. Оперативный подсчет запасов золота в пределах окисленной части основной рудной зоны месторождения Северное по состоянию 01.01.2021 г./ В. Ю. Фомин [и др.]. – Москва, 2020

Нормативная литература

11. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)

12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

13. СП 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях, общественных зданий и на территории жилой застройки».

14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".

15. ТОИ Р-45-084-01 ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ по охране труда при работе на персональном компьютере.

16. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
17. Приказ Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6 Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (с 134 изменениями на 13 сентября 2018 года)
18. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
19. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 2 июля 2021 года)
20. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
21. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
22. ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность
23. ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами»
24. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Раздел 6

Geological structure of the Severnoe gold-uranium deposit (Elcon uranium ore cluster (South Yakutia))

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Цыпленко Михаил Максимович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	д. г.-м.н		

Консультант – лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Поздеева Галина Петровна	канд. филол. наук		

1. Short introduction

The Severnoye deposit is located in the northeastern part of the Elkon horst in the basin of the right feeder of the Kurung river, near the Neprokhodimyj stream, as well as at the head of the Gelinda river.

Within the deposit, the main uranium-bearing structure is the Severnaya zone, about 9 km long, which is traced from the upper reaches of the stream. Druzhny stream in the southeast to the Kurung river on the northwestern flank. The width of the distribution of ore-bearing seams in the Northern zone ranges from 50 to 250 meters [11].

2. Brief description of host rocks

The area of the Severny deposit is composed of deeply metamorphosed, granitized and dislocated formations of the Archean age, represented by crystalline schists and gneisses, Archean-Proterozoic granitoids, dikes of metamorphosed microdiorites and diorite porphyries, dikes of Paleozoic diabases, as well as bodies of Mesozoic alkaline and alkaline earth rocks of the Aldan complex. Quaternary rocks, among which are eluvial, deluvial and alluvial deposits, although they are composed over the entire area of the deposit, are of insignificant thickness.

The Archean metamorphic complex within the deposit is represented by formations of the Upper Aldan and Fedorov suites.

The Upper Aldan Formation is represented by the upper subformation (*ARva₂*). Distributed from the surface in the extreme northwest of the area in the core of the Emeldzhak anticline. According to drilling data, the formations of the Upper Aldan Formation, gradually plunging at an angle of 15-20° to the southeast, are exposed up to profile 88, and are also distributed from the lying side of the Northern zone in the interval of drilling profiles 52-68.

It is represented mainly by the upper part of the subformation section: amphibole-biotite, biotite gneisses with interlayers of diopside and two-pyroxene varieties, granite-gneiss.

The lower and middle parts of the section of the upper subformation were penetrated by a small number of wells. Represented by high-alumina (cordierite and sillimanite-containing) crystalline schists and gneisses with interlayers and lenses of quartzites, biotite-amphibole, two-pyroxene gneisses. In addition, anhydrite-bearing (anhydrite-diopside-feldspar, anhydrite-diopside with apatite) rocks are widespread in the section. Near the surface, anhydrite leaches out.

The thickness of the formations of the Upper Aldan Formation is up to 1000 m.

The Fedorovskaya Formation (*ARfd*), whose formations make up the vast majority of the deposit area, is represented (from bottom to top) by the Medvedev, Lyubkakay, Leglier, and Keribikan horizons.

The Medvedev horizon (*ARfd1md*) borders outcrops of rocks of the Upper Aldan Formation in the middle reaches of the Malyi Spring, on the right side of the Neprokhodimyj stream, then to the southeast it extends along the hanging layer of the Northern Zone, in the upper reaches of the Dzhelinda River it is partially injected

with a granite dome. The profile of the horizon is dominated by amphibole-diopside, diopside, two-pyroxene and amphibole-two-pyroxene crystalline schists and gneisses granitized to varying degrees, biotite-amphibole, diopside-amphibole gneisses are less common. The thickness of the horizon varies within 50-200m.

The Lyublakay horizon (ARfd11b) is the most widespread in the field, building the limbs of the folds and in the cores of the folds of a smaller order. The horizon is dominated by moderately granitized amphibole, diopside-amphibole, biotite-amphibole, biotite-diopside-amphibole, two-pyroxene-amphibole crystalline schists and gneisses; two-pyroxene, hypersthene-amphibole, and diopside varieties are less common. Horizon rocks are often characterized by a spotted texture. Among the noted rocks, anhydrite is constantly present in the form of individual grains.

The Leglierian horizon (ARfd21g) is distinguished in the left side of the Dvoynoy stream and on the Dvoynoy-Kurung watershed, building a near-meridional synclinal fold and is represented by greenish-gray, dark gray and brownish-gray diopside, amphibole-diopside, two-pyroxene, and amphibole-two-pyroxene gneisses. At a depth, the formation of this horizon can be traced to the southeast to the drilling profile 76. Diopsidites, scapolite-diopside, magnetite-diopside rocks are present in large quantities in the composition of the horizon. According to N.M. Zverev (1975) and V.A. Oznobikhin (1983), anhydrite is also noted in the Leglier horizon. The thickness of the horizon ranges from 150 to 350 meters.

The Keribikan horizon (ARfd2kb) is slightly developed in the core of the above-mentioned synclinal fold in the left side of the Dvoynoy stream. It is represented by interbedded amphibole, biotite-amphibole schists and fine- to medium-grained dark gray gneisses. Gneisses contain small amounts of diopside and hypersthene. The partial thickness of the horizon is up to 130 m in the area of the deposit [11].

Magmatic formations are widespread throughout the area of the deposit. Among them are the Archean-Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic rock complexes.

Archean-Proterozoic complex is the most widespread and is represented by normal leucocratic granites (γ_2AR) and alaskite granites (γ_3AR), as well as orthogneiss (metadiorite) dike bodies. In individual wells, and in greater numbers on the northwestern flank of the deposit, bodies of plagiogranites up to 15-20 meters thick are noted, usually consistent with the gneiss substrate. Plagiogranites are medium grained light gray to gray rocks composed of plagioclase (60-65%).

Normal leucocratic granites (γ_2AR) make up about 30% of the area of the deposit and are ubiquitous, often in the form of conformable bodies. They form independent bodies, and are also part of migmatites. Macroscopically, these granites are massive medium-grained rocks of grayish-pink and light pink color. Mesocratic varieties of normal granites and granite gneisses occur in some areas. The largest massifs of granites of the normal series are noted in the places of distribution of the Lyubkakaysky horizon, as well as within the granite dome, which occupies the space from the right side of the Neprokhodimyj stream to the upper reaches of the Druzny stream in the lying side of the Northern zone. The internal structure of the bodies of

mesocratic granites and granite gneisses is heterogeneous. As a rule, they include vague, indistinctly shaped relics of crystalline schists.

The granite orthotectites of normal composition ($\rho 2AR$) belonging to the same group compose small, measuring several meters, schlieren segregations, lenticular, as well as layered and intersecting dike bodies. The length of orthotectite bodies does not exceed a few hundred meters, and their thickness varies from a few decimeters to a few meters. Their contacts are usually clear. The bulk of the orthotectite bodies is composed of coarse-giant-grained quartz, plagioclase, and potassium feldspar.

Alaskite granites are developed over the entire area of the deposit, composing mainly small stock-like bodies with clear crosscutting contacts. Bodies up to 400 meters long are mapped in the interval of drilling profiles 76-78 and on profile 52. The internal structure of the bodies is homogeneous, the structure is medium- and coarse-grained. Alaskite granites are bright pink to meat red in color. The color of quartz is smoky and black. Granites are highly radioactive.

Orthogneisses (metadiorites) (δAR) of intermediate composition are represented in the area by steeply dipping secant dikes and series of dikes with clear contacts of northwestern and sublatitudinal strike with a length from a few hundred meters to 2.5-3 km, a thickness of tens of cm to 10-15 meters, as well as a strip of dikes gently dipping to the west on the watershed of the Dvoynoy-Neprohodimyj streams. Their composition corresponds to diorite porphyrites. Steeply dipping orthogneiss dikes are oriented parallel to the Northern zone in its hanging side and fill the sublatitudinal Vetvisty fault. These rocks are brownish-gray to dark gray, fine-grained, massive, rarely sheared. In the Vetvistaya Zone and, to a lesser extent, in the northwestern dikes, orthogneisses are K-feldspathized, mylonitized, and underwent hydrothermal alteration in the Mesozoic. Gently dipping orthogneisses are sheared more intensively and K-feldspathization processes are more pronounced in them.

The Paleozoic complex is represented by diabases ($\beta \mu PZ$), which form two systems of steeply dipping dikes in the area of the deposit, northwest (dipping to the southwest at an angle of 70-85) and northeast strike with a southeast dip. Most of them are concentrated between drilling profiles 96-120. The dikes are straight, up to several hundred meters long, up to 5-6 m thick. The rocks are massive, dark green and greenish-dark gray in color, fine-grained, but often fine- and medium-grained.

The Mesozoic intrusive-subvolcanic complex is represented by interlayer bodies and crosscutting dikes of syenite-porphyrines ($\epsilon \pi MZ$) and minettes (MZ). From the surface, these formations are noted mainly on the watershed of the Dvoynoy stream and the Kurung river, some dikes are crossed at depth southeast of Dvoynoy stream. A swarm of NE-trending alkaline-earth dikes is mapped between profiles 104 and 108, dip to the northwest at angles of 40-57°. The length of the dikes is from several tens of meters to several hundred meters, the thickness is up to 5-6 meters. In addition to this direction, there are northwestern and near meridional dikes with steep (up to 80°) dip angles. The most consistent dike of minetta, gently dipping to the west, up to 5-6 m thick, is located between profiles 88-66 at levels of 250-500 m.

Quaternary deposits belong to the upper and middle sections and are represented by eluvial, deluvial and alluvial deposits. The thickness of the first two is 1.5-3 m, in the lower parts of the slopes it increases to 5-7 m.

Alluvial deposits are composed in all stream valleys. Their thickness is not less than 5 meters and reaches the first tens of meters. In most cases, alluvial deposits are represented by sandy loams with a large amount of m of large boulders and pebbles, less often individual interlayers of pebbles and medium-grained sand are established [11].

3. Deposit structure

3.1. Folded structures

The main folded structure of the deposit area is the Emeldzhak anticline, the axis of which is traced from the northwest to the southeast and unfolds in the Akin-Kurung interfluvium in the northeast direction. Directly on the area, a fragment of the northeastern bend of the anticline (on the northwestern flank of the deposit) is established, where the southeastern flank of the structure is composed of formations of the Medvedev horizon of the Fedorovskaya suite and the Upper Aldan suite, as well as the southwestern flank of the main structure, which occupies the entire area of the deposit to the south-east of the stream Neprohodimyj and composed of rocks of the Lyubkabay and Medvedev horizons of the Fedorov suite and the Upper Aldan suite. The core part of the anticline is intensely granitized. In the extreme southeast of the area, deposits of the Leglier horizon are mapped, which form the northeastern flank of the Akinsko-Maschytskaya syncline.

The Emeldzhak anticline is complicated by structures of a higher order, the most significant of which are the synclinal fold of submeridional strike, composed of formations of the Leglier and Keribikan horizons in the left side and near the valley part of the Dvoynoy stream, as well as the anticline of sublatitudinal strike, composed of rocks of the Medvedev horizon in the southeastern part of the area. The first has a width of about 1.5-2.0 km. Its axis, as well as the axes of the smaller folds associated with it in the Neprohodimyj - Kurung interfluvium, are inclined to the east and southeast. Dipping the western flank to the east at an angle of 20-40°, the eastern - 35-60° also to the east. The second anticline fold, 500-600 meters wide and over 2.5 km long, is associated with a syncline of approximately the same size. The flanks of the folds dip in different directions (to the south and north) at angles from 40 to 70°. Only at its pinching out the anticline tilts back to the north.

In the interval of drilling profiles 48-72, one of the granite-gneiss domes of the Emeldzhak anticline (its southwestern peripheral part) is established. The Northern zone crosses the dome almost tangentially [11].

3.2. Faults

Faults are the main elements of the geological structure of the deposit, since some of them contain industrial uranium mineralization, while others affect its localization. They are divided into four age groups:

- Archean-Proterozoic faults;
- Paleozoic faults;
- faults of the Mesozoic age;
- Meso-Cenozoic faults.

Faults of the Archean-Proterozoic age are widely represented at the deposit, where they are fixed by dikes of metamorphosed microdiorites (orthogneisses) and pegmatoids (orthotektites), as well as sutures of mylonites, blastomylonites, and blastocataclasites. They are subdivided into three systems differing in direction: sublatitudinal, northwestern, and submeridional.

The sublatitudinal faults are mostly filled with orthogneisses and blastomylonites.

The most significant representative of this system is the Vetvistaya zone, which crosses the area diagonally and the Northern zone at an acute angle in the central part of the deposit. On the surface, the zone is represented by a single suture of orthogneisses with a thickness of 10-12 to 20 m. Sutures of blastomylonites along orthogneisses are marked in sections from a hanging or foot contact. To the east of the junctions with the northwest-trending structures (site No. 2005 and K-1160), the Vetvistaya zone breaks up into several thin parallel dikes up to 2-5 meters thick. The strike of the zone is sublatitudinal ($92-95^\circ$), the dip is near-vertical with a deviation to the north ($75-85^\circ$). From the surface (ditches, well sites) and at depth (well No. 168) in the Vetvistaya zone, an increase in activity, Mesozoic metasomatism, and brecciation were recorded.

Other, smaller faults of this system, filled with orthogneisses and renewed by Mesozoic breccia sutures, are noted on the southeastern flank of the Northern zone (2-5 m thick, 700 meters long, dipping to the south-southwest at 50°), as well as to the south in the west of the area in the alignment of profiles 111-115 (the thickness of the orthogneiss dike here is 15-20 meters, the length is 450 meters, the strike is 90°).

Submeridional Archean-Proterozoic faults in the area of the deposit are mapped on the watershed of the Dvoynoy and Neprokhodimyj streams and are represented by a strip of orthogneiss dikes gently dipping to the west, the strike of which is $0-10^\circ$, the dip angle is from 20 to 45° , the thickness of individual dikes is from 5 to 60 m in swells. A band of dikes crosses the entire area of the deposit and is a continuation of a long (more than 15 km) band of orthogneisses traced from the basin of the Holodnaya river.

The system of Archean-Proterozoic faults of the northwestern strike is represented at the deposit by the Northern zone, the characteristics of the internal structure of which will be given below. In addition to the Northern zone, orthogneiss dikes of the northwestern wounds concentrated on the side of the hanging side of the zone along its entire length in a strip with a width of 300 to 800 meters. The length of dikes varies from a few hundred meters to 2.5 km. Thickness from fractions of a

meter to 4-15 meters. The most extended orthogneiss dikes are mapped in the intervals of profiles 64-91 and 98-111. Their thickness ranges from 10 to 15-17 meters; when splitting, the power of individual seams decreases to 5-1 meters. The dip of orthogneisses to the southwest from 57° to 73° in the interval of profiles 64-91 and $76-86^{\circ}$ in the interval of profiles 98-111. The latter are often accompanied by mylonite sutures. At depth, orthogneiss dikes are sometimes inherited by Mesozoic tectonic-metasomatic formations of the Northern zone, especially in places where the former gradually flatten out. Much less frequently, northwestern-trending faults are filled with pegmatoids (orthotektites), which are distributed mainly on the northwestern flank of the deposit. The dipping of the dikes is steep (from 64 to 80°) mainly to the northeast. Their length does not exceed a few hundred meters (see the description of the igneous formations of the deposit).

The group of Archean-Proterozoic faults should also include tectonic sutures, represented by blastomylonites and blastocataclasites along host rocks, orthogneisses, quartz-feldspar and feldspar rocks. They take part both in the structure of the Northern zone itself and in the structure of the structures of the northeastern, sublatitudinal, and northwestern directions. The NE-trending seams are most widespread in the alignment of profiles 92-116.

Paleozoic faults are accompanied by dikes of diabases, diabase porphyrites, having a northwestern and northeastern strike, which are concentrated mainly in the interfluvium of the Kurung River and the Dvoynoy stream. The main system of northwest-trending dikes on the surface spatially coincides with the Northern zone and is parallel to the latter in the interval of drilling profiles 108–120, and further southeast it goes into the footwall of the zone and can be traced up to profile 98. The length of individual dikes is from 300 m to 1 km, the thickness is 2-5 meters. Their fall is subvertical, as well as south-western at angles of $55-73^{\circ}$. Single diabase dikes, representing the northwestern system of Paleozoic faults, are also established northwest of the brook. Impassable in the recumbent side of the Northern zone.

Paleozoic NE-trending faults made by diabase dikes cross the Northern zone within drilling profiles 106-107 and on profile 100.

Mesozoic faults are filled with dikes of alkaline-earth and alkaline rocks or hydrothermal-metasomatic formations and ore bodies with gold-uranium mineralization. Among the faults filled by dikes of Mesozoic rocks, faults of northeastern, submeridional and northwestern strikes stand out. Submeridional alkaline dikes are often renewed by neotectonic faults (interval of drilling profiles 108-112).

Among the faults filled with hydrothermal-metasomatic formations and ore bodies, the most common faults are northwest strike, the main representative of which is the Northern zone.

In addition, structures of sublatitudinal strike are noted, which include the Vetvistaya zone and structures in the interval of profiles 32-48. In most cases, the northwestern and sublatitudinal faults inherit the direction of older faults, but Mesozoic tectonic sutures proper are also established, to which hydrothermal-metasomatic changes and uranium mineralization are confined. The dip of these

sutures in the Vetrivistaya zone is to the north at an angle of 75° and to the south at an angle of $26-35^\circ$.

Submeridional Mesozoic faults in the area of the deposit are represented by zones No. 313, 314 and 335, located northwest of the Dvoynoy stream. The most interesting of them is zone no. 335, mapped from the side of the lying side of the Northern zone. The zone was opened by eleven manual ditches and is represented by seam systems of quartz breccias of cataclasites, metasomatites of northwestern and submeridional strike with a length of 150 to 300 meters and a thickness of 0.5 to 3 meters. The dip of the submeridional sutures ranges from 50 to 62° to the west and east, and that of the northwestern sutures to the northeast and, rarely, to the southwest at angles of 30 to 57° . According to surface studies, the zone appears as ore fold weakly saturated with sutures with a common submeridional strike up to profile 105. Further to the northwest, the zone acquires a northwest strike. From the formation surface, the zones, according to the data of furrow testing of ditches, contain up to 0.02% uranium at a thickness of up to 0.7 m (K-1279).

Zones No. 313 and 314, located respectively on profiles 121.5 and 111, represent a system of thin (0.3-0.5 m) tectonic sutures made by breccias on quartz cement. The system of seams that form zone No. 314 dip to the west at angles of $35-70^\circ$. Zone No. 313 is inclined to the east at angles of $40-65^\circ$. Maximum power zone No. 313 up to 10 meters. The uranium content determined from the surface in the mineralized intervals of zone No. 313 reaches 0.020-0.025% with the thickness of the latter up to 0.6 m (K-1286).

Meso-Cenozoic faults, represented by zones of crushing and fracturing, are quite intense in the field. They are water-bearing, cavernous, limonitized and are manifested in two main directions: submeridional and northeastern. The most numerous neotectonic disturbances are in the interval from drilling profile 60 to the northwestern flank of the field.

One of the distinct northeastern disturbances according to the documentation of surface workings, adit horizon and geophysical data is a system of close faults in the area of profiles 76-74 up to 5 meters thick, dipping subvertically or to the southeast at an angle of 80° .

More significant in terms of the degree of manifestation is the Pribortovoy fault, which can be traced from the Southern zone and tends to the valley of the Dalny stream. On the right side of the The double fragments of the fault were opened by ditches, and in the valley of the Dalny stream by wells (projectile failures, rock falls, fluid losses, gushing, etc.). Fault elements are mostly subvertical, but some tectonic sutures are inclined to the southeast or northwest at angles of $68-85^\circ$.

Horizon plans show a horizontal displacement of the Northern zone with an amplitude of 50-55 meters along a fault passing under the valley of the Dalniy stream between drilling profiles 96-98. One of the elements of the fault was opened by ditch No. 1251 on the right side of the Dvoynoy stream where it is a zone of intensive crushing up to 2 meters thick with occurrence elements: az. pad. 170° , dip angle 78° and accompanied by a zone of increased fracturing of the same orientation. The faults

of this system are also mapped on profiles 76,89,102,103,5. Their thickness is a few meters, falling to the north-west at angles of 50° and 80-86°.

Faults of submeridional strike are more widespread. They can be traced in azimuth from 8 to 25° with vertical and subvertical east or west dip at angles of 80-85°, rarely 60-70°. The thicknesses of these faults range from a few decimeters to a few meters. The most representative of the neotectonic structures of this direction is a fault on the extreme northwestern flank of the deposit, consisting of a series of subvertical crushing zones, increased fracturing, intensely cavernous rocks, accompanied by veinlet silicification, cataclasis, limonitization, and weathering. The thickness of individual seams does not exceed a few meters. The total thickness of the fault zone is more than 150 meters.

Noteworthy are also two submeridional faults (between profiles 108 and 112), which have renewed Mesozoic faults hosting subalkaline dikes. The Mesozoic minetta within these faults is fractured into tiles up to several mm in size and weathered to granitic subsoil (ditch wells 1258, 1265, 1290). The thickness of these faults is from 1.5 to 7 m (K-1258), dip from 90 to 60° to the west. There were no noticeable displacements along submeridional faults.

In addition to submeridional and northeastern neotectonic faults, sublatitudinal faults are distinguished, which are of subordinate significance and are mapped in the interval between profiles 62 and 80.

The Northern zone is the main ore-bearing structure of the deposit. In a broader sense, we can say that the entire Severnoye deposit is localized at the intersection of the Northern and Vetvistaya zones.

The Northern zone is a northwest-trending fault structure located in the interval of drilling profiles 36-120, in which industrial mineralization is recorded by boreholes between profiles 48 in the southeast and 120 in the northwest.

The defining feature of the Northern zone is its two-membered tectonic structure, due to the initial development of the ancient zone of blastocataclasis and the superposition of the Mesozoic tectonic-metasomatic zone on it. The inherited nature of the Northern zone determined its complex internal structure; on the other hand, it predetermined the powerful, extended, and at the same time very consistent, almost rectilinear spatial distribution of the Mesozoic tectonic-metasomatic zone, which controls the formation of uranium mineralization, accessible for its spatial tracking even by a high spacing grid. Orthogneisses, in contrast to the Southern zone, do not take a significant part in the structure of the Northern zone, despite their wide development within the area of the deposit.

The internal structure of the Northern zone is determined by its long development and, accordingly, the presence in its composition of mainly structural elements formed in two major stages of tectogenesis:

- Proterozoic tectonic stage (ancient);
- Mesozoic tectonic-metasomatic stage

The structural elements of the Proterozoic tectonic stage include orthogneiss dikes, bodies of quartz-feldspar and feldspar formations, ancient tectonites represented by blastocataclasites, blastomylonites, and ultramylonites (the last two

elements play an insignificant part in the structure of the zone). In addition, sericite-chlorite-albite metasomatites, which occupy space in the exocontacts of zones with pyrite-carbonate-K-feldspar development, as well as along small marginal sutures, i.e. they are the outer halo for Mesozoic pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites.

The manifestation in the Northern zone of tectonites of different ages, metasomatic and vein mineralization, the distribution of seams of uranium ore breccias and cataclasites, the position of standard and non-commercial intervals, is shown on the example of geological columns for wells 2084 and 2006 from the 1985 report [11].

The ancient zone of blastocataclasis forms the main structural frame of the Northern zone. Morphologically, it is represented by a series of numerous (sometimes up to 7-8) contiguous sutures with a thickness of fractions of up to 3-4 meters or more, composed mainly of stockwork of blastocataclasites, turning into normal blastocataclasites and, very rarely, ultramylonites, which together can be traced by a flattened zone rather rectilinearly in a strip with a width of 4-10 to 40 meters or more. Usually, 1-3 intensely drilled blastocataclase sutures 0.5-2.0 m thick are observed in the cross section. The strike azimuth of the main blastocataclasite suture is 307-308° (up to 312-314°). The dip is southwest at angles of 55-60°. The length of blastocataclase sutures, 0.5-3.0 m or more thick, according to interpretation, reaches 500-1500 m along dip and 3-4 km along strike.

In general, in the composition of the blastocataclase zone, its structural elements, represented by stockwork blastocataclasites, blastocataclasites, and ultramylonites, correlate approximately as 6:3:1. When crossing structural barriers, in particular, striated orthogneisses, strongly granitized horizons, characterized by increased rigidity, the blastocataclasis zone tends to additionally split into a series of numerous sutures that deviate from the main direction of the zone with the formation of a strip of sutures up to 50-70 m wide confined more often to the hanging side. The most powerful structural barrier during the formation of the Northern zone in its middle part is the sublatitudinal Vetvistaya zone.

The Mesozoic structural elements of the Northern zone are represented by cataclasite sutures, hydrothermally-metasomatically altered rocks, ore sutures and veinlets of ore breccias, as well as post-ore veins and veinlets of quartz-carbonate and quartz-fluorite-carbonate composition.

The strike of the Mesozoic Northern zone for individual segments of the zone is: PR44-68-306° (east), PR68-82-312-314°, PR82-97-320°, PR114-120-314°. The fall of the zone to the south-west at angles of 55-60°. A steeper dip of the zone (up to 65°) is noted below the +150m horizon and northwest of the intersection of the Northern and Vetvistvaya zones. At deep horizons (below -200m), in the alignment of profiles 80-104, the zone twists up to 70°.

Stockwork of blastocataclasites, cataclasites, breccias and microbreccias are distinguished according to the degree of tectonic development. The described formations are confidently diagnosed by macroscopic documentation of the well core and by microscopic examination of thin sections. The most common of these formations are stockwork of cataclasites accompanying cataclasite or breccia zones.

They are developed after rocks with undisturbed continuity or after ancient stockwork of blastocataclasites.

Cataclasites are widely developed mainly in the contour of distribution of ancient blastocataclasites and, to a lesser extent, in host rocks unaffected by ancient tectogenesis. The thickness of cataclasite seams varies from tens of cm to 4-5 meters or more. The number of seams with a thickness of at least 0.5 m in the section of the zone is usually two. Northwest of profile 64, their number quite often reaches 3-5, sometimes 6-10.

Breccias in the cross section of the zone stand out among cataclasites, are rarely observed separately and are spatially combined mainly with normal blastocataclasites. Visually, such a breccia is diagnosed as a "double" breccia. Microscopically, it is established that the cement in the "early breccia" is a recrystallized mass of host rocks, indicating a zone of blastocataclasis. The thickness of the brecciation seams is small and usually varies from fractions of a cm to 30 cm, rarely reaching 50-70 cm.

Microbreccias are not uncommon, but due to their low thickness (from microscopic to 5 cm seams) in terms of volume they have a sharply subordinate value. Morphologically, microbreccias form linear sutures, as well as a network of branching channels, often confined to the contacts of breccias or cataclasites. Linear seams are predominantly inherited by ultramylonite sutures.

The clastic material of the noted tectonites is, as a rule, metasomatically transformed, and the more so, the higher the degree of their tectonic development. Mineral cement stockwork cataclasite, cataclasite and breccia is respectively 5% or less, 5-10% and 15-60% of their volume. In addition, microbreccias contain finely ground material of host rocks.

Pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites are one of the main ore-controlling elements of the Northern zone and determine the position of almost all the main ore bodies of the deposit. The inherited nature of the Northern zone and its repeated tectonic development favorably affected the intensity of manifestation of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatism in it. Large bodies of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites are characterized by a considerable length from several hundred meters to 1.5 km along the dip and up to several km along the strike.

The process of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatism is manifested unevenly in the plane of the zone in a strip more than 100 meters wide and is represented in each section of the zone by 1-3, less often by 4-6 metasomatite bodies. In the general contour of the zone of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatism, alternation of intervals of varying degrees of metasomatic alterations is often established. In some sections, the number of intervals of metasomatically altered rocks reaches 8-9 (according to the well core documentation). They fit into a strip with a width of a few meters to 40 m and represent the main structure of the Northern zone, in which industrial uranium mineralization is localized.

Metasomatites are conditionally subdivided into three categories: intensely, medium and weakly metasomatically worked rocks, in which the content of newly formed minerals is 50–100%, 25–50%, and less than 25%, respectively.

Microbreccias and breccias are usually intensely altered. Cataclasites are subjected to a moderate degree of metasomatic development. Stockwork cataclasites are weakly altered and, in addition, they contain products of sericite-chlorite-albite metasomatism. The thickness of individual intervals of metasomatically worked rocks varies widely (from a few cm to several meters), which is due to the different intensity of tectonic mining of the zone. Metasomatites of medium and low degree of manifestation with an average thickness of 1-3 m often reach a thickness of 8-12 meters, in some cases up to 25-30 m (wells Nos. 2025, 2267, 2086). Intensively metasomatically altered rocks in terms of the number of bodies and their thickness (usually not exceeding 3 m) are sharply inferior to metasomatites of medium and low degree of manifestation. In more than half of the sections, intense metasomatites are absent. In the interval of exploration profiles 68-100, the number and thickness of metasomatite intervals within the zone are greater than on the flanks of the deposit, which is apparently associated with a relatively large number of conjugations and intersections of the pre-ore zone with feathering and structures of a different orientation.

In general, pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatism in the Northern zone is much less manifested than in the nearby Southern zone.

The veinlet mineralization in the geochemical sense is inseparable from metasomatites, but structurally the veinlets within the zone are distinctly separated.

Mineral veinlets, which play the role of cement in breccias and cataclasites, often branch out, form a dense network and, respectively, reach 30% and 10% of the volume of the tectonic-metasomatic zone. Mineralized breccias and cataclasites mainly develop in the central parts of the zone. There are also individual, often linear veinlets, which make up less than 5% of the rock volume. The thickness of the veins is predominantly 0.1-1.0 cm, but sometimes veins reaching 5-10 cm are noted.

In the contour of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites, quartz, calcite-quartz often with fluorite, calcite-fluorite, adularia-quartz, pyrite-carbonate, barite-quartz veinlets are observed. In the band of green-red changes, discontinuous small quartz, calcite, chlorite, epidote, quartz-epidote, pyrite - carbonate, anhydrite and gypsum veinlets and nests are observed.

4. Ore-bearing

4.1. Characteristics of ore formations

Uranium mineralization in the Northern zone is localized in the form of lenticular linearly elongated ore bodies confined to extended (a few kilometers) tectonic structures - breccia and microbreccia sutures.

Ore bodies in the structure of the zone are isolated according to sampling data (gamma ray logging) inside pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites. The boundaries of ore bodies are more often determined by tectonic contacts, but fuzzy boundaries of ore bodies are also noted. The most important role in ore bodies is played by ore breccias and microbreccias, which are associated with the maximum concentrations of the useful component. Seams of ore breccias and microbreccias in

the cross section of ore bodies are distributed unevenly and can be traced along the contacts of the ore body, and also form a network of microbreccia seams in the contour of the ore body.

Mineralization as a whole is due mainly to microveinlet mineralization of the products of the primary hypogene decomposition of brannerite. On the northwestern flank of the deposit, there is a significant manifestation of uraninite mineralization. In the near-surface part, uranium mica (otinite, tyuyamunite) are noted. Low uranium content in off-balance ore bodies is associated with disseminated uranium mineralization.

An ore deposit is a system of closely spaced subparallel or echelon-shaped ore bodies confined to a single series of ore-controlling tectonic sutures. The geological basis for the development of these tectonic sutures are the zones of ancient blastocataclasis, thanks to which the ore deposits acquired stability along strike, relatively consistent thickness, and considerable length.

The shape of the ore deposit is usually lenticular with swells in tectonically complicated areas, especially near the intersection of the Northern and Vetvistaya zones. The boundaries of ore deposits in the plane of the zone are determined by the line of pitching out of ore-controlling structures and the actual uranium mineralization. The internal structure of the ore deposit is heterogeneous. The simplest structure is noted on the periphery of the deposit near its wedging out, where, as a rule, the ore deposit is represented by one ore body with a halo of disseminated off-balance mineralization. In other parts of the deposit, a more complex structure is observed, when 4-5 closely spaced ore bodies are fixed at one intersection, forming a rather morphologically complex pattern, which can only be revealed in underground mine workings during detailed geological exploration. In such cases, during preliminary exploration the contour of the deposit included all standard or off-balance ore intervals combined into it, together with internal barren interlayers.

On the whole, the uranium-ore structure of the Severnoye deposit can be characterized as a system of ore bodies confined to a single series of subparallel ore-controlling tectonic sutures. The geological element that determines the position and unity of such series are usually the bodies of ancient tectonites (blastocataclasites). Over 80% of the commercial ores of the Severnoye deposit are specifically concentrated in ore deposits of the Severnaya zone. About 20% of the resources are associated with numerous subparallel and feathering structures that form a kind of area around the main zone, in which, according to drilling data for 1985, about 150 standard ore intervals were recorded.

4.2. Internal structure of ore deposits.

Within the Severnoye deposit, 5 ore deposits have been identified, of which 3 are confined to the main zone and 2 to subparallel structures of the hanging and laying sides.

In the main zone, southeastern, central and northwestern ore deposits are distinguished.

The southeastern deposit is the most extended and morphologically heterogeneous. According to preliminary exploration data (1985), it is contoured between profiles 48-84 and traced by ditches and studied by wells for 3.6 km to horizons: -400 ÷ -500 m. Over 2010-2011, operations were carried out to downspace well grids up to 200x100 m to a horizon of 0 m between profiles 70-86. In general, the structure of the deposit was confirmed according to preliminary exploration data, the deposit was traced on profile 86.

Within the deposit, two complicated sections were identified, one of which is traced with a northwesterly slope between profiles 72-84 along the line of intersection with the Vetvistaya zone, the other is associated with the disturbing influence of a subparallel in plan, but more steeply dipping structure located in the hanging side of the Northern zone, in profiles 48-60.

These areas of the southeastern ore deposit are associated with the most intensive tectonic-metasomatic development of the zone, the maximum thickness of hydrothermally altered rocks. This led to the formation of a kind of "ore pillars", enriched ore formations that stand out in contrast against the background of ordinary productivity of other parts of the deposit. The thickness of the ore deposit here is much higher - 10.5-13.3 m against a background of 1.2-4 m, the number of ore bodies at the intersection is 3-4, rarely up to 5, while in other areas there are 1-2 intervals. The average thickness of ore intervals also increases and is 1.5-1.8 m against the background of 0.5-1.2 m. Ultimately, the average productivity of uranium mineralization in morphologically complex areas is 4-6 times higher than usual.

Ore bodies in the contour of the deposit are separated from each other by layers of substandard ores or barren rocks. The thicknesses of these layers vary from 2.0 to 10, rarely 15 meters and are taken into account when calculating the reserves by the ore-bearing factor. The ratio of the thicknesses of ore bodies, empty interlayers and the thickness of the ore deposit gives the average value of the ore-bearing factor for the southeastern deposit 0.43 (1985), including for blocks of category C1 - 0.48 (2011), which is an indicator of a fairly high compactness of the described deposits.

In plan and in sections, the southeastern deposit protrudes a slightly convex arc, with its convex side facing southwest. Its strike azimuth varies within 306°-314° (original), and the angle of dip varies from 55-60° in profiles 48, 52 and at horizons above +200 m to 60-65° in the rest of the deposit. However, the occurrence elements are characterized by stability, which made it possible to use averaged values when calculating the reserves when calculating the true thicknesses of the allocated intervals.

The central deposit is located between profile 82 and the Pribortovoj fault near profile 98. From the southeast, the central deposit pinches out with a slight overlap with the neighboring southeastern deposit, relative to which it is located 25-30 m from it towards the hanging side.

The central ore deposit is distinguished by consistent, well-manifested tectonic structures, stable occurrence elements, a fairly simple internal structure, and is

accompanied by stable high-productivity uranium mineralization. There is not a single off-balance intersection in the reservoir contour.

The upper part of the deposit, due to its pitching out, has a more heterogeneous structure. The thickness of the deposit varies from 0.25-0.73 m near the wedging line to 16-18 m at deeper horizons and is on average 8.85 m, 25 to 5.52 m; with an average of 1.97 m. Empty interlayers included in the deposit contour are taken into account by the ore-bearing factor, which is equal to 0.36. The central deposit has a strike azimuth of 308-310° (original) and dips to the southwest at angles of 60-65° in the upper part of the section above the -100 m horizon and 65-70° in the lower part. The measurements are consistent in all studied sections. Thus, the above parameters indicate a relatively simple morphological structure of ore formations in the central part of the deposit, which is associated with significant reserves of industrial uranium ores.

The northwestern deposit is located northwest of the Pribortovoy fault and up to the exploration limit (profile 120). In its morphology, it differs sharply from the deposits described above. Its main difference lies in the fact that in the vast majority of sections it is represented by one ore body. Ore intervals linked in sections and at horizons into a single tabular body; this is how the northwestern deposit can be characterized. The consistency and practical straightness of the ore-bearing structures of the Northern zone, as well as other horst structures, make it possible to link thin seams between boreholes located 400–200 m apart. constantly open the structure in the expected interval.

Describing the northwestern ore deposit, it is necessary, first of all, to note the gradual decrease in its thickness towards the northwest. If in profiles 100, 98 its thickness varies from 1.5 to 4–7.5 m, then in the extreme northwest it is 0.23–0.32 m.

The northwestern deposit is oriented in plan along the azimuth of 314-320° (original), that is, it deviates north from the general direction of the Northern zone. The angles of incidence are within 55-60° to the southwest.

In the near-surface part of the Severnaya zone, explored by ditches and prospecting and appraisal wells along a network of 800-400x50-75m, standard uranium mineralization has not been established. The work carried out was aimed at identifying and evaluating gold mineralization suitable for open pit mining with heap leaching of gold. Previously conducted work here established the intervals of gold mineralization and preliminarily estimated the predicted resources of the P₁ category (SUE "Aldangeologiya").

Based on the results of sampling of metasomatically altered rocks characterized by increased radioactivity, no significant gold-bearing intervals have been identified. With the exception of ditch No. K-7601, only thin (0.7-1 m) intervals with a gold grade of 0.6-1.1 ppm have been identified. In the course of stripping and sampling of old ditches, which open up intervals of the zone with increased activity, industrial parameters of gold mineralization were also not revealed.

The best parameters of gold mineralization have been established in the ore-bearing structures feathering the Severnaya zone and exposed by mine workings in its hanging and lying sides. The feathering structures are located subparallel to the main

zone and at a distance of 20–80 m from it. manifested pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites, accompanied by aureoles of hydrothermally altered host rocks. Thus, in ditch 7401, a series of 10 closely spaced tectonic sutures forms a gold ore zone 7.7 m thick with an average gold grade of 0.8 ppm. Ore-bearing structures confined to the footwall of the zone are also series of contiguous pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites with relicts of host rocks with a thickness of 1.7-3.5 m.

Plagiogneisses and plagioclites located between the metasomatite zones are chloritized and albitized, as a rule, intensely oxidized and fractured. It is in these areas that mature gold-bearing zones with a thickness of 3.6-20.1 m are recorded with a gold content of up to 3.05 ppm in individual samples. At the same time, the activity of the feathering ore-bearing structures is low - up to 125 μ R/h, on average 20-40 μ R/h. The distribution of gold into the host rocks is negatively affected by the granites located at the contacts, which are a kind of screen for the penetration of hydrothermal solutions, although in thick zones of metasomatic changes, the study also took place on them (K-10060, K-10072).

According to previous geophysical works, the metasomatite zone is controlled throughout the site from the southeast to the northwest by a reduced field of induction (T) with an intensity of -500 nT to -50 nT. In the central part of the zone, where high-gradient fields of T with an intensity of +200 nT +600 nT are observed, the zone is fixed by high values of natural radioactivity from 40 μ R/hour to 120 μ R/hour. (SUE "Aldangeologiya", 2006; Pilipenko V.G.).

Favorable factors and search criteria for the formation and prospecting of gold ore are:

- contiguous systems of feathering tectonic faults;
- development of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites in feathering structures;
- location of such structures in the gneiss-shale strata;
- development of the hypergenesis zone (secondary enrichment).

4.3. Mineralization variability

Over 80% of industrial ores of the Severny deposit are concentrated in ore deposits of the Severny zone. About 20% of the resources are associated with numerous subparallel and feathering structures that form a kind of halo around the main zone, in which, according to drilling data, about 150 standard ore intervals have been recorded.

In the Severnaya zone, uranium mineralization is localized between profiles 48-120, and in the southeast its pitching out between profiles 48-44 is established, and the northwestern boundary is determined by the degree of knowledge of the zone. On the surface, conditioned mineralization, within the Northern zone, was recorded according to the results of trenching in the intervals of profiles 48-66, 81-90 and is discontinuous. The thickness of the ore intervals ranges from 0.56 to 10.2 m (k-1107), the grade varies from 0.051 to 0.215%. To the northwest of profile 90, mineralization is absent on the surface.

The lower limit of mineralization has not been established, since the deepest wells drilled at the horizons of -400÷-500 m (Nos. 2044, 2069, 2010, 2090, 2114, 2141, etc.), reveal industrial ores of increased productivity. The maximum studied vertical range of uranium mineralization is 1200m.

The general pattern of uranium distribution for the Northern zone is an increase in the uranium content in ores in the direction from the southeast to the northwest. Thus, the average content of uranium in the southeastern deposit is 0.149%, in the central - 0.159% and in the northwestern - 0.254%.

The distribution of uranium in the contours of deposits is very uneven, however, a decrease in the content is observed everywhere along the periphery of the deposit and, especially, near the upper pitching line. In individual ore intervals, the uranium content undergoes significant fluctuations - from 0.05-0.06% to a few percent. Quite often, within ore deposits, large areas with stably elevated uranium contents are formed. For example in the lower part of the central deposit in profiles 84-98, according to the data of 8 wells (Nos. 2010, 2045, 2092, 2091, 2175, 2174, 2173, 2104), an area of 1200 x 400 m with an average uranium content of 0.220% is identified .

Another similar section of the northwestern deposit in the interval of profiles 98-104 according to the data of 8 wells located here (No. 2164, 2163, 2162, 2161, 2078, 2108, 2115, 2114) has a uranium content of 0.320%. In other parts of the zone, ore intervals with a high content of uranium (up to 0.3-0.5%) are also often recorded, which is a very characteristic feature of the distribution of uranium in the Northern zone [11].

Low uranium content in off-balance ore bodies is associated with disseminated uranium mineralization.

According to the complexity of the geological structure, the Severnoye deposit (the main uranium ore bodies) is assigned to the II group of the National Reserves Committee of the Federal Subsoil Management Agency by analogy with the Southern Zone (Methodological recommendations for the application ...)

In the near-surface zone of the deposit, according to the results of ditching and well drilling, uranium mineralization is either absent or represented by commercial intervals. Gold mineralization associated with intensely limonitized pyrite-carbonate-feldspar metasomatites is of primary importance here. According to the results of core testing, gold ore intervals with a thickness of a few meters to 26.9 m were identified with a gold content in individual samples of up to 6-17 ppm. In well 6001 (RL-60), the thickness of the gold interval is 10.8 m with an average gold grade of 2 .41 ppm. Gold mineralization is developed to a depth of 150-200 m. An analogue is the Lunnoye deposit (Fedorovskaya Zone), the exploration of which was completed in 2011 and where experimental open-pit mining with heap leaching of gold is planned.

To assess the complexity of the geological structure of gold mineralization, localized in the zone of oxidation of the Severnoye deposit (in accordance with the Methodological recommendations for the application. Mineral reserves classification:

Lode gold, 2007), the variability of its parameters was studied: ore-bearing index, complexity index, thickness variation coefficient and variation coefficient content .

According to the totality of geological information, as well as taking into account the calculated indicators characterizing the variability of forms and content, gold mineralization, localized in the zone of oxidation of the Severnoye deposit, can be attributed to the third group in terms of the complexity of the geological structure.

5. The material composition of ores

The bulk of the research on the material composition of ores at the Severnoye deposit was carried out during the period of 1980-1985. Their results are detailed in the report on these works.

During the period of work in 2010-2011, the study of the material composition was carried out by OAO " All-Russian Scientific Research Institute of Chemical Technology ". In total, 21 individual (private) samples from 43 wells were studied, of which 6 group samples were compiled, characterizing the deposit from the surface to a depth of 800 m and an enlarged sample ST-1, taken from the adit dumps and characterizing the oxidized part of the section to a depth of 100 m.

5.1. Mineral associations and stages of the hydrothermal process

The metasomatic changes manifested within the Northern zone, as well as the mineral composition of the ores that make up the zone, are in many respects similar to those of the Southern zone.

As in the Southern zone, the main uranium mineral in the ores is brannerite and its alteration products.

The following sequence of hydrothermal mineral formation and paragenetic mineral associations have been established.

The formation of hydrothermally altered rocks occurred in two stages: Proterozoic and Mesozoic.

In the Proterozoic stage, barren chlorite-sericite-albite metasomatites were formed, in the Mesozoic stage - pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites with uranium and molybdenum mineralization and quartz veins. In a long hydrothermal process, which caused the formation of metasomatite zones, 7 stages of mineral formation are distinguished.

The albite-sericite-chlorite stage is represented by three mineral associations. Changes are distributed to a limited extent, mainly in the southeastern part of the zone.

The pyrite-carbonate-K-feldspar stage is developed everywhere, both in the areas of development of the albite-chlorite-sericite stage, and among metasomatically unchanged rocks, depending on the degree of tectonic development, forming zones of changes of various thickness and intensity from thin (0.1-0.5 cm) of scattered veinlets to thick (up to 18.0 m) stockwork zones. This stage is associated with the formation of silver and gold mineralization.

All associations of this stage, as well as associations of later stages, successively telescoping each other, developing within the same tectonic structures.

The most common is the pyrite-carbonate-K-feldspar association, represented by gray and dark gray metasomatites with spotted and small K-feldspar with adularia rims. The thickness of metasomatites of this association is from 0.2 to 13.0 m.

The Severnoye deposit, in contrast to the deposits of the Southern zone, is characterized by a wider development of the pyrite-calcite-hematite-K-feldspar association, represented by red-brown metasomatites, in which transparent adularia, brown potassium feldspar and fine-fine-grained hematite are intensively developed, which determines their color.

They are noted at all horizons of the deposit, the thickness is not sustained, from 0.5 to 18.0 m.

Gold and silver are noted in all associations of this stage.

According to the Moscow Institute of Geological Exploration [Kataeva V.N., 1982], gold is present in ores of two types:

a) basic are finely dispersed, associated with pyrite of pyrite-carbonate-potassium feldspar metasomatites.

b) native gold occurs freely and manifests in the metasomatism zone.

Silver in ores are of 3 types:

a) basic silver associated with sulfide fine and free gold;

b) silver, which occurs in a form of total impurity in sulfides and sulfosalts;

c) silver, apparently associated with its own mineral.

The described stage is also associated with pyrite-carbonate breccias, which inherit both the morphology of metasomatism zones and their composition. Carbonate cement, with an admixture of pyrite, adularia, anatase.

The barite-quartz stage is characterized by the formation of barite-quartz veins and veinlets, the main minerals of which are gray comb (first association) and black zoned (second association) quartz with phenocrysts of barite and sulfides. The thickness of the veinlets varies from 0.1 to 7.0 cm. They are manifested throughout the entire section of the deposit.

Brannerite (ore) stage. The stage of formation of the main uranium mineral of the deposit - brannerite. Brannerite segregations are located within the development of pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites, telescoping veinlets of pyrite-carbonate composition, or cement fragments of these metasomatites in the zones of their crushing, much less often occupy a secant position with respect to veinlets and breccias of pyrite-carbonate composition containing unfixed uranium. mineral form. The brannerite stage at the deposit is ubiquitous, but uneven; the maximum brannerite segregations are associated with dark gray pyrite-carbonate-calishite metasomatites. Brannerite composes the cement of breccias or veinlet-like thin zones of microbreccias with fragments of metasomatites, in isolated cases, monomineral veinlets with a fine needle structure. Unaltered brannerite is found predominantly in the middle and deep horizons of the Northern zone. At higher horizons, products of brannerite alteration predominate, formed directly at the site of its destruction and represented by ochreous and yellow-colored ores, consisting mainly of anatase with

uranium finely dispersed over its surface, the mineral form of which could not be established, with a wide range of ratios of uranium and titanium dioxide. The uranium released during the destruction of brannerite is partially redeposited in the form of uranium silicate - coffinite, and partially sorbed by various minerals.

Coffinite in the ores of the deposit occurs relatively often, but, as a rule, in a very small amount. The largest accumulations are associated with areas of maximum destruction of brannerite, located in the immediate vicinity of ore veins or are found in fragments of ore breccias and in quartz-carbonate cement in the form of phenocrysts or irregular accumulations not exceeding 0.1 cm. All segregations of coffinite are closely associated with iron sulfides - pyrite and marcasite developing in their intergranular space or being in close accretion with them.

The quartz-carbonate stage, in which associations of rice-like quartz and fine-grained carbonate are distinguished, is also accompanied by the destruction of brannerite and the formation in its place of new mineral forms of uranium and titanium - coffinite, reticulated rutile and melotabella anatase, as well as partial removal of uranium. Both associations of this stage are developed in the zones of brecciation of dark gray and reddish brown pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites in the form of microbreccia cement.

The molybdenum stage is represented by the jordisite-molybdenite association with a variable amount of pyrite and, occasionally, pitchblende. Sometimes in the composition of molybdenite veinlets there is a rare dissemination of brannerite, veinlets of titanium dioxide. The association is represented by thin (up to 5 mm) branching, often discontinuous veinlets and small (up to 0.01 mm) irregular segregations noted in veins and veinlets of pre-ore quartz, pyrite-carbonate-K-feldspar metasomatites and ore breccias.

The quartz-fluorite-carbonate veinlet-breccia stage completes the hydrothermal process. Represented by two associations.

The carbonate-quartz association is widely developed. It is characterized by the predominance of zonal dark gray quartz. The composition also contains light green dolomite and white quartz with rare small dissemination of fluorite, barite, sulfides, sometimes with crusts of coffinite along them. The association composes the cement of complex breccias, the fragments of which are represented by ore (brannerite and products of its alteration) microbreccias and barren metasomatites.

The fluorite-calcite association is less developed. Composes thin (up to 0.2 cm) veins and small nests (up to 0.4 cm). In addition to white calcite and dark fluorite, there is a thin dissemination of pyrite, marcasite, and overgrowing coffinite. Occasionally there are irregular selections of fine-fiber gypsum.

5.2. Mineral and chemical composition of ores

Uranium mineralization at the Severnoye deposit is confined to zones of brecciation and cataclasis of metasomatically altered rocks. Gneisses with different ratios of mafic minerals (pyroxene, biotite-pyroxene, biotite-amphibole, biotite-

pyroxene-amphibole), granite-gneisses, and, to a lesser extent, granites, underwent carbonate-K-feldspar metasomatism of varying intensity.

The ore mass of the samples consists of cataclased and metasomatically altered gneisses and granite-gneisses, pyrite-carbonate-potassium feldspar metasomatites, cataclasites, ore breccias and microbreccias. The listed rocks contain numerous differently oriented veinlets and microveinlets consisting of quartz, sulfides, carbonates, fluorite, and barite.

To study the material composition of group samples, complete chemical, thermal, X-ray spectral and assay analyzes were performed. According to X-ray spectral analysis, the uranium content in group samples ranges from 0.030 to 0.085%.

Complete chemical analyzes of six group samples showed the following results. Sum of $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ does not exceed 70% (57.07-66.46%). It should be noted the high content of alkaline elements $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, which is in the range of 6.95-7.9%, calcium (8.48-12.29% CaO) and iron (4.42-6.43% Fe_2O_3).

The main mass of ores is composed of silicates and aluminosilicates inert to acids: feldspars, quartz, iron-magnesian silicates (amphiboles, pyroxenes), the content of which is 70-75%. Feldspars are represented by K-feldspars (microcline, orthoclase, sanidine-perthite) and plagioclases (oligoclase and andesine). The amount of dark-colored minerals: amphiboles (hornblende series), pyroxenes (1.6-4.8%) and micas (0.3-1.6%) is low.

The samples contain a significant amount of carbonates (6.3-8.4%) and chlorite (4.3-10.3%). The content of carbonates and chlorite was determined using thermal analysis (Kartashov P.M.). Acid-intensive minerals, in addition to carbonates and chlorites, include micas, hydromicas, clay minerals, zeolites, and iron hydroxides. The total content of acid-intensive minerals is in the range of 19-20%. With depth, the amount of acid-intensive minerals increases up to 23%.

Ore minerals are found in significant quantities. A large number of sulfides, mainly pyrite, magnetite, titanomagnetite, ilmenite, goethite and iron hydroxides. With depth, the amount of ore minerals containing Fe^{2+} increases (4.5-8.1%), and the amount of ore minerals containing Fe^{3+} decreases (2.5-0.3%).

Uranium minerals are represented by uranium mica (otinite, etc.), uranophane, brannerite, and products of its alteration.

Sample ST-1 characterizes altered rocks of the oxidation zone (depth up to 100 m) and differs in chemical and mineral composition from previously studied samples

The mining mass of the sample is composed mainly of weathered, highly ferruginous ore metasomatites, to a lesser extent host rocks - gneisses and granite-gneisses.

According to thermal analysis data, the sample is low-carbonate (carbonate content <1%). The total amount of acid-intensive components, however, is 13.5% due to the large amount of iron hydroxides. In addition to iron carbonates and hydroxides, clay minerals, micas, and chlorite are acid-intensive minerals in the sample [11].