

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.03.01 Геология
Кафедра геоэкологии и геохимии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Закономерности формирования Алаakit-Мархинского кимберлитового поля и внутреннее строение трубки Айхал

УДК 552.323.6(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л31	Кисленко Алексей Борисович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пугачева Елена Егоровна	Кандидат г. - м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кочеткова Ольга Петровна	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Егор Григорьевич	Доктор г. -м.н.		

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
P2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для подсчёта запасов и оценки ресурсов, для выбора максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, создание модели месторождения, для обработки информации и анализа данных по геологии при решении типовых профессиональных задач
P3	Вести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ
P4	Владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геологической информации
P5	Совершенствовать существующие и внедрять новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения. Поиск новых технологий добычи и переработки руд. Выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
P6	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере геолого-разведочных работ
P7	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки 05.03.01 Геология
 Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ГЭГХ

 (Подпись) _____ Язиков Е. Г.
 (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Л31	Кисленко Алексею Борисовичу

Тема работы:

Закономерности формирования Алакит-Мархинского кимберлитового поля и внутреннее строение трубки Айхал	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.03.2017, №1382/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Опубликованная и фондовая специализированная литература, каменный материал отобранный автором в полевых условиях.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Изучение закономерностей формирования Алакит-Мархинского кимберлитового поля, особенностей химизма пород и внутреннего строения кимберлитовой трубки Айхал.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Физическая карта Российской Федерации масштаба 1:20000000; административная карта территории Мирнинского района Республики Саха (Якутия) масштаба 1:3000000; геолого-структурный разрез трубки Айхал.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Кырмакова О. С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кочеткова О.П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1.03.2017
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пугачева Е.Е.	к. г.-м.н., доцент		1.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л31	Кисленко А.Б.		1.03.2017

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛЗ1	Кисленко Алексею Борисовичу

Институт	природных ресурсов	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объектом исследования являются Алакит-Мархинское алмазоносное кимберлитовое поле и образцы кимберлитовой руды.
Рабочая зона – шахта, карьер.
Рабочее место – научно-исследовательская лаборатория 20 корпуса ТПУ, аудитория 541.
Методика исследования проб – электронная оптическая микроскопия.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1 Анализ выявленных опасных факторов при эксплуатации проектируемого решения на месторождении в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

1.2. Анализ выявленных вредных факторов при эксплуатации проектируемого решения на месторождении в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;

1.1. Анализ выявленных опасных факторов на месторождении и обоснование мероприятий по их устранению:

- Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов;
- Электрический ток;
- Пожарная безопасность;
- Загазованность и запыленность воздух рабочей зоны

1.4. Анализ выявленных вредных факторов на рабочем месте и обоснование мероприятий по их устранению:

- Отклонение показателей климата на открытом воздухе;
- Превышение уровней шума и вибрации;
- Отклонение показателей микроклимата в помещениях;
- Недостаточная освещенность

– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).	рабочей зоны;
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Воздействие на недра и почвы; – Воздействие на атмосферу; – Охрана растительного и животного мира; <p>Нормативные документы: ГОСТ 17.0.0.02-79, ГОСТ 17.1.1.01-77, ГОСТ 17.6.1.01-83 .</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Типичная ЧС - пожары; – На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Специальные правовые нормы трудового законодательства; – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (организация санитарно-бытового обслуживания рабочих).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О. С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л31	Кисленко Алексей Борисович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Л31	Кисленко Алексею Борисовичу

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Литературные источники;
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Методические указания по разработке раздела;
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Сборник сметных норм на геологоразведочные работы;
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Расчёт затрат времени по видам работ;
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Общий расчёт сметной стоимости

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ольга Петровна Кочеткова	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л31	Кисленко Алексей Борисович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 101 страницу, 11 рисунков, 14 таблиц, 45 наименований использованной литературы, в том числе 18 опубликованных, 5 фондовых и 22 нормативно-методических источников.

Ключевые слова: трубка Айхал, Алакит-Мархинское кимберлитовое поле, Якутия, тектоника, кимберлиты, алмазность.

Объектом исследования является коренное месторождение алмазов трубки Айхал Алакит-Мархинского кимберлитового поля Республики Саха (Якутия).

Цель работы – изучение особенностей и закономерностей формирования Алакит-Мархинского кимберлитового поля и внутреннее строение трубки Айхал.

В процессе исследования проводилось изучение минералогического и вещественного составов кимберлитовых пород.

В результате исследования описано геологическое строение Алакит-Мархинского кимберлитового поля; изучены минеральный и вещественный состав кимберлитов трубки Айхал.

Область применения: результаты данного исследования могут применяться при доразведочных работах на трубке Айхал Алакит-Мархинского кимберлитового поля Республики Саха (Якутия).

Оглавление

Введение.....	11
1. Краткая физико - и экономико-географическая характеристика района	13
2. Обзор и анализ ранее проведенных работ.....	19
2.1 Геологическая изученность	19
2.2 Геофизическая изученность.....	22
2.3 Геохимическая изученность	25
3. Геологическая характеристика Алакит-Мархинского кимберлитового поля	27
3.1 Стратиграфия.....	27
3.2 Тектоника.....	40
3.3. Магматизм	43
3.4 Полезные ископаемые	46
4. Особенности геологического строения и состава кимберлитовых пород трубки Айхал	49
4.1 Внутреннее строение трубки Айхал	49
4.2 Особенности минерального и химического состава кимберлитов трубки Айхал	53
5. Генезис кимберлитов и алмазов Алакит-Мархинского кимберлитового поля	58
6. Социальная ответственность при проведении геологоразведочных работ	65
6.1 Производственная безопасность	65
6.1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	65
6.1.2. Анализ вредных факторов воздействия и мероприятия по их устранению	72
6.2. Экологическая безопасность.....	77
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	79
6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
.....	82
Заключение	95
Список использованной литературы.....	97

Введение

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию закономерностей формирования Алакит-Мархинского кимберлитового поля и внутреннему строению трубки Айхал, расположенной на северо-востоке Сибирской платформы Саха (Якутия).

Проблема изучения алмазоносности территории Российской Федерации является приоритетным направлением развития геологической отрасли.

На сегодняшний день вопрос возраста, генезиса и закономерностей локализации возможных коренных источников алмазов на северо-востоке Якутской алмазоносной провинции остаётся открытым и требует принципиального решения. На основе доизучения тектонического строения и минерагии территории с помощью современных методов лабораторных исследований и новейших компьютерных технологий обработки и интерпретации геолого-геохимической информации, проводится выделение площадей и структур, благоприятных на выявление коренных месторождений алмазов.

Выпускная квалификационная работа написана по материалам производственной практики, проходившей в Научно-исследовательском геологоразведочном предприятии АК «АЛРОСА» ПАО (июнь-июль 2016 г.). Исходными данными для написания послужили опубликованные и фондовые литературные источники, картографический материал, а также полевые наблюдения автора.

Минеральный состав кимберлитовой брекчии был изучен рентгеноструктурным анализом с помощью настольного порошкового дифрактометра Bruker D2 Phaser, петрографическое описание проводилось с использованием оптического микроскопа Axioskop 40 с системой анализа изображений, вещественный состав исследовался сканирующим электронным микроскопом Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа. Исследования проводилось в учебно-научной лаборатории

электронно-оптической диагностики МИНОЦ кафедру геоэкологии и геохимии.

Выпускная квалификационная работа состоит из 100 страниц, включает 12 рисунков, 14 таблиц, список использованной литературы из 42 наименований.

Автор выражает глубокую признательность заведующему лабораторией петрофизических исследований Научно-исследовательского геологоразведочного предприятия АК «АЛРОСА» ПАО доктору геолого-минералогических наук К.М. Константинову, за помощь в сборе полевых материалов, геологу II категории П.В. Старостину, геофизику II категории А.А. Яковлеву, и лично директору предприятия А.В. Герасимчуку.

За ценные консультации, помощь в написании и оформлении дипломного проекта автор выражает признательность сотрудникам кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ: заведующему кафедрой, д. г.-м. н., профессору Е.Г. Языкову и доценту В.А. Домаренко. Особая благодарность и признательность моему научному руководителю к. г.-м. н. доценту кафедры ГЭГХ Е.Е. Пугачевой за постоянную помощь, поддержку и чуткое руководство.

1. Краткая физико - и экономико-географическая характеристика района

Алакит-Мархинское кимберлитовое поле располагается в пределах Вилуйского плато восточной части Среднесибирского плоскогорья (рис.1) [15].



Рисунок 1 - Физическая карта Российской Федерации [15]



Контур Алакит-Мархинского кимберлитового поля

Административно исследуемая территория относится к Мирнинскому району Республики Саха (Якутия) с районным центром в г. Мирный (рис.2).

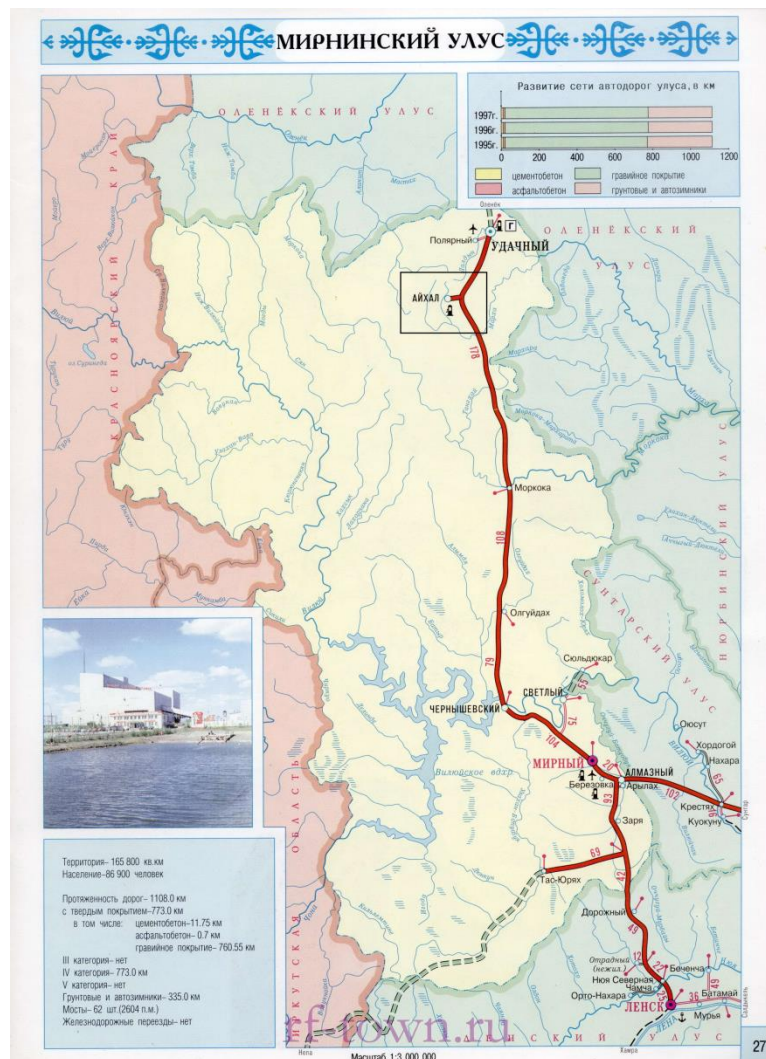


Рисунок 2 – Административная карта территории Мирнинского района Республики Саха (Якутия) [10]

Территория района исследования представляет собой слаборасчлененное, участками заболоченное плато с абсолютными отметками от 380 до 680 м [7]. Поверхность плато и верхняя часть склонов долин, как правило, покрыты глыбовыми развалами и щебнем долеритов.

Современный рельеф района определяется его структурно-тектоническими особенностями, вещественным составом и морфологией распространенных на его территории магматических и осадочных пород, а также криогенными процессами. Выходы коренных пород на дневную поверхность, вследствие плохой обнаженности, отмечаются лишь в бортах речных долин (рек Алаakit, Марха и Сохсолох) и в небольших каньонах.

Значительная часть территории задернована, а до 30% её площади – заболочено.

Основными *водными артериями* района являются реки Алакит (рис.3), Марха (рис.4) и Сохсолох. Реки района мелководны, несудоходны, характеризуются непостоянным режимом и смешанным питанием, зимой почти полностью перемерзают. В период весеннего снеготаяния (конец мая – начало июня) на реках и ручьях уровень воды может повышаться на 1,5-2 метра. На долю весеннего стока приходится в среднем 71,5% годового. Меженный период начинается с конца июня – начала июля и прерывается периодическими паводками, вызванными атмосферными осадками.

Вода рек имеет незначительную минерализацию (до 0,5 г/л) и по составу относится к гидрокарбонатному типу. Реки и озера района могут служить источниками питьевого и технического водоснабжения [35].

Алакит-Мархинское поле располагается в пределах *субарктического климатического пояса*. Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой, умеренно жарким летом и кратковременными переходными периодами. По данным многолетних метеонаблюдений самая низкая температура воздуха (-65°) отмечалась в январе, а самая высокая ($+40^{\circ}$) – в июле. Амплитуда колебаний температуры достигает 105° . Среднегодовая температура составляет от 9° до 11°C . Период положительных среднесуточных температур продолжается 125-130 дней, однако, отрицательные температуры могут иметь место в любое время года. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 54 дня. Преобладают ветры северного, северо-западного и юго-восточного направлений. Скорость ветра изменяется от 0-2 м/сек до 2-5 м/сек.



Рисунок 3 - Панорама верховьев реки Алакит



Рисунок 4 - Река Марха в верхнем течении

Количество атмосферных осадков, как правило, не превышает 300 мм в год, причем до 70% из них приходится на весенне-летний период. Мощность снегового покрова колеблется от 30 до 45 см, а в понижениях рельефа – до 1 м. Снежный покров устанавливается в конце сентября и держится до конца мая. Территория расположена в зоне развития

многолетнемерзлых пород, мощность которых изменяется в пределах 340-450 м.

Глубина сезонной оттайки колеблется от 0,5 до 2,5 м и зависит от состава грунтов, их влажности, характера растительности и экспозиции склонов.

Почвенный слой развит слабо, имеет незначительные мощности (до 0,1 - 0,25 м) и в значительной степени обогащён каменным материалом (дресва, гравий и щебень местных пород). По составу почвы дерново-подзолистые лесные, на заболоченных участках торфяно-болотные.

Растительность района бедна и представлена редкостойными лесами даурской лиственницы, по долинам рек встречается сибирская ель. Высота деревьев варьирует от 4 до 10 м (в среднем 8 м), а средний диаметр стволов составляет ~11 см. Среднее расстояние между деревьями – 6,5 м.

Водораздельная часть территории покрыта угнетенным, низкорослым лесом с густыми зарослями кустарниковой растительности, представленной низкорослой ивой, ольхой и карликовой березой.

Животный мир субарктического климатического пояса беден. В небольшом количестве встречается северный олень, лось, волк, песец, соболь, заяц, но наибольшее распространение имеют популяции мелких грызунов. Из местных птиц обитают глухари, белые куропатки, совы, вороны, из сезонно-перелётных – гуси, утки, кулики. В реках в небольших количествах водятся хариус, ленок, сиг, в пойменных озёрах – щука, окунь, ёрш и гальян, а в водохранилище в верховьях р. Марха – пелядь.

Ведущей отраслью народного хозяйства Мирнинского района Республики Саха (Якутия) является алмазодобывающая промышленность, существующая на базе месторождений (рис.2) [9]. С 1997 года по настоящее время в поселке Айхал базируется одно из крупнейших алмазодобывающих предприятий АК «АЛРОСА» (ПАО) - Айхальский горно-обогатительный комбинат. Здесь же расположена база Амакинской геологоразведочной

экспедиции, также являющейся одним из структурных подразделений компании.

Поселок городского типа Айхал с населением около 16 тыс. человек располагается в непосредственной близости с одноименной трубкой. В поселке функционируют Айхальский ГОК, Амакинская геологоразведочная экспедиция экспедиция и ряд промышленных предприятий АК «АЛРОСА»: строительно-монтажный трест, включающий комбинат строительных материалов, ряд строительных организаций; автотранспортные предприятия и другие, более мелкие производственные организации.

В непосредственной близости от поселка Айхал расположен поселок Дорожный; в 70 км к северо-востоку – город Удачный, в 80 км на северо-восток – поселок Полярный; в 400 км на юг расположен районный центр – г. Мирный. С этими населенными пунктами поселок Айхал связан постоянно действующей грунтовой автодорогой (рис.2). В 3,5 км от поселка Айхал расположен круглогодично действующий аэродром, принимающий самолеты типа Ан-2, Ан-12, Ан-24 и вертолеты, а в поселке Полярном находится аэропорт, принимающий все типы грузовых и пассажирских самолетов.

Источником энергоснабжения в районе служит Виллойская ГЭС. Газ в поселок поступает по газопроводу с Таас-Юряхского газового месторождения. В поселка Айхал имеется телефонная и мобильная сотовая связь, позволяющая связываться с различными районами страны.

2. Обзор и анализ ранее проведенных работ

Ранее проведенные геологоразведочные работы на территории Алакит-Мархинского кимберлитового поля представлены в производственных отчетах по геологической, геофизической, и геохимической изученности.

2.1 Геологическая изученность

Планомерное изучение Алакит-Мархинского алмазоносного района с целью поисков коренных и россыпных месторождений алмазов было начато после первых находок алмазов на р. Вилуй (1949 г.) и р. Моркока (1951 г.) [19]. В начале 50-х годов вся территория района была покрыта кондиционной геологической съемкой масштаба 1:1000000, сопровождавшейся поисками коренных месторождений алмазов. В эти же годы в районе проводились тематические маршрутные исследования по составлению шлиховой карты Сибирской платформы силами партии №26 Центральной экспедиции Союзного треста. В результате этих работ Н.Н. Сарсадских и А.А. Кухаренко установили, что гранаты, повсеместно встречающиеся в шлихах бассейна р. Далдын, относятся к пироповому ряду и являются парагенетическими спутниками алмазов.

В 1954 г. Л.А. Попугаевой, в ходе шлихового опоскования бассейна р. Далдын, была открыта первая в СССР кимберлитовая трубка Зарница[18]. Это открытие на многие годы предопределило интенсификацию поисков месторождений алмазов в пределах Алакит-Мархинского района, вошедшего в число наиболее перспективных территорий Якутии. Основной объем геолого-поисковых и разведочных работ в районе, с момента открытия первой трубки и до сегодняшнего дня, производит Амакинская геологоразведочная экспедиция. Во второй половине 50-х годов вся территория Алакит-Мархинского кимберлитового поля была покрыта кондиционной геологической съемкой масштаба 1:200 000. По результатам геологосъемочных работ были подготовлены к изданию, а затем изданы

листы Государственной геологической карты СССР масштаба 1:200 000 [20]. В 60-70-х годах проводится кондиционная геологическая съемка масштаба 1:50 000. В районе среднего течения реки Сохолох проведены съемочные работы масштаба 1:10 000. В процессе проведения геологосъемочных работ выполнялось шлиховое и мелко-объемное опробование аллювиальных и склоновых отложений, осуществлялась проходка шурфов и опробование на алмазы базальных горизонтов карбон-пермских отложений, заверка геофизических аномалий.

Авторами дано обоснованное стратиграфическое расчленение отложений верхнего и нижнего палеозоя, приведены сведения о характере допермского рельефа, установлены доверхнепалеозойские коры выветривания, выделены ледниковые отложения. По комплексу геолого-минералогических методов выделен ряд перспективных площадей и определено направление дальнейших работ. Установлено, что в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля, в отличие от Далдынского с довольно простым геологическим строением, эффективность геофизических методов поисков довольно низкая и основным критерием поисков является минералогический. Основным недостатком геологосъемочных работ была слабая изученность нижнепалеозойских отложений на площадях перекрытых верхнепалеозойскими образованиями и траппами

Одновременно с геологической съемкой, начиная с 1952 года, в районе проводились общие поиски масштабов 1:200 000 - 1:100 000 в результате которых была установлена алмазоносность аллювиальных отложений верхнего течения р. Мархи и её притоков, наличие минералов-спутников алмаза разной степени сохранности[9]. В 1955 г. были открыты трубки Сытыканская и Маршрутная, первая из которых оказалась промышленно алмазоносной.

В результате этих исследований было открыто несколько кимберлитовых трубок, в том числе, в 1960 году – *трубка Айхал*, которая по содержанию алмазов является наиболее богатым месторождением в

Далдыно-Алакитском алмазоносном районе. Кроме того, были выделены участки перспективные на обнаружение новых кимберлитовых тел. Кимберлитовые тела Алакит-Мархинского поля большей частью перекрыты мощным покровом (до 100-150 м) терригенных отложений верхнего палеозоя и базитов трапповой формации, поэтому поиски их традиционными методами оказались малоэффективными. В результате этих работ было вскрыто несколько десятков кимберлитовых тел, в том числе три коренных месторождения алмазов – трубки Комсомольская (1974 г.), Юбилейная (1975 г.) и Краснопресненская (1984 г.).

Наряду с поисковыми работами на алмазы в Алакит-Мархинском поле проводился большой объем разведочных работ на трубках *Айхал*, Сытыканская, Юбилейная, Краснопресненская и Комсомольская, давших значительный фактический материал по структурно-тектоническому положению месторождений в структуре кимберлитового поля, гидрогеологии, морфологии, вещественному составу и алмазоносности месторождений.

Так же АмГРЭ составлены схемы рудоконтролирующих и рудовмещающих дислокаций, определены геотектоническое положение и структурные границы Далдынского и Алакит-Мархинского кимберлитовых полей[14]. В результате тематических исследований оценены остаточные перспективы Алакит-Мархинского кимберлитового поля и даны рекомендации по заверке шлиховых аномалий с учетом структурно-тектонической обстановки.

В конце 2003 года завершены работы по изучению остаточных перспектив Далдынского кимберлитового поля в рамках объекта Далдынский. В контуры объекта входили, в том числе и северо-восточные фланги Алакит-Мархинского поля. В результате была составлена обновленная геологическая карта масштаба 1:50 000, получены новые данные о пликативной и разрывной тектонике фундамента и осадочного чехла, позволившие наметить дальнейшие пути картирования разрывных

нарушений в верхней части разреза и установлению их связей с кимберлитовым магматизмом. Так же выявлены кимберлитовые трубки с убогой алмазоносностью (Сохсолохская и Кутузовой), находящиеся на северном фланге Алакит-Мархинского поля.

В 2008-2010 гг. были выполнены поисковые работы по объекту Верхне-Чукукский. В результате проведенных работ в 450 м и 500 м юго-восточнее тр. Кира вскрыты две кимберлитовые жилы. Проведены поисково-оценочные работы на трубке Кира, а также доизучение вещественного состава и алмазоносности трубок Мархинская и Москвичка.

2.2 Геофизическая изученность

Геофизическое изучение предполагает аэрогеофизические исследования, наземную магниторазведку, электроразведку, сейсморазведку.

Аэрогеофизические исследования

Аэрогеофизические исследования в Далдыно-Алакитском районе начались в 1953 году [16]. В период с 1953 по 1958 гг. вся площадь была покрыта мелкомасштабными аэромагнитными (1:1000000 и 1:200000) съёмками, проводившимися Восточной экспедицией Западного геофизического треста с целью геологического картирования территории и уточнения её тектонического строения. По материалам аэромагнитных съёмок масштаба 1:200 000 составлены и изданы Государственные карты аномального магнитного поля масштабов 1:200000 и 1:1 000000 на лист Q-49. Эти расчеты используются до настоящего времени при геолого-тектонических построениях.

В 2000-2008 гг. в рамках объектов Далдынский и Подтрапповый проводилась высокоточная съёмка, обладающая значительно более высоким поисковым и структурно-картировочным потенциалом, получена существенно новая информация о структуре магнитного поля [22]. Выявлены новые кимберлитовые трубки – Сохсолохская, Кутузовой, Новогодняя и Игорь Богатых, пропущенные предшествующими работами. Составлены

карты комплексной интерпретации масштаба 1:200 000, структурно-тектонические схемы фундамента.

Наземные геофизические исследования

В своем большинстве наземные геофизические работы на территории Алакит-Мархинского алмазоносного района были направлены на прямые поиски кимберлитовых телт [20].

Гравиразведка

Среднемасштабные работы. В 1970 году вся территория Алакит-Мархинского кимберлитового поля была покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1:200 000. В результате проведенных работ составлена геолого-тектоническая схема Алакит-Мархинского кимберлитового поля и выделены участки предположительного проявления кимберлитового магматизма.

Всего гравиметрической съемкой масштаба 1:50 000 было закрыто около 90% территории Алакит-Мархинского кимберлитового поля.

Детальные работы. Основной задачей детальной гравиразведки 60-70-х гг. являлась разбраковка аномалий магнитного поля в условиях развития пород траптовой формации [21]. Амакинской горноразведывательной экспедицией проведен ряд гравиметрических работ в комплексе с магниторазведкой масштаба 1:5 000 и 1:10 000. В результате проведенных камеральных работ были составлены сводная гравиметрическая карта по данным работ и сводная карта магнитного поля.

К достоинствам проведенных работ следует отнести составление единой гравиметрической карты по итогам работ 1974-79 гг., а также попытку выработки критериев для формального анализа полей с целью выделения потенциально перспективных аномалий. Было изучено гравитационное поле над трубкой Юбилейная [9], которая отражается отрицательной аномалией поля силы тяжести амплитудой порядка 1,2 мГал.

В 2008-2010 гг. проводились гравиразведочные работы по объекту Верхне-Чукукский [19]. С целью изучения структурно-тектонического строения площади. Оценивая в целом итоги проведения крупномасштабных

гравиметрических работ, следует отметить, что решение задачи прямых поисков кимберлитовых тел на локальных участках в условиях сложного рельефа неоднозначно и перед гравиразведкой в первую очередь необходимо ставить цели определения структурно-тектонического контроля кимберлитового магматизма.

Наземная магниторазведка. Наземные магнитные съемки с поисковыми целями проводятся в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля с 1957 года[20]. Территория изучена крайне неравномерно, со значительными пропусками.

По работам 1968-70 гг. было выделено более 200 аномалий, при заверке которых были вскрыты трубки Октябрьская, Кира, Липа, однако большая часть аномалий оказалась обусловленной приповерхностными неоднородностями. В эти же годы магниторазведочные работы масштабов 1:2000 и 1:5000 выполнялись на известных трубках с целью изучения магнитного поля над ними и результаты исследований были сведены в альбомы. Во все годы значительный объем наземных магнитометрических работ выполнялся с целью заверки на земле аэромагнитных аномалий.

Электроразведка. Электроразведочные методы с целью поисков кимберлитовых тел в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля начаты в 1958 году[19]. За прошедшее время было опробовано порядка 15 различных модификаций электроразведки на постоянном и переменном токе. Положительных результатов эти исследования не дали и в дальнейшем вышеуказанные методы в производственных целях не применялись.

Сейсморазведка. Сейсморазведочные работы в пределах Далдыно-Алакитского алмазоносного района проводились с 1974 года; в 1974-76 гг. в основном, как опытно-методические на известных трубках, с 1978 года они носили производственный характер.

В результате выделено 37 перспективных аномалий, но ни на одной из заверенных аномалий кимберлиты вскрыты не были, что, возможно, указывает на низкую эффективность сейсморазведочных методов для

прямых поисков кимберлитовых трубок в условиях развития траппового магматизма.

В связи с вышеизложенным, основной целью геофизических работ являлось выделение и картирование линейных зон горизонтальных градиентов поля силы тяжести, линейных аномалий проводимости, связанных с предполагаемыми кимберлитовмещающими зонами и выделение локальных аномалий, возможно, связанных с кимберлитовым магматизмом. Эта задача решалась с помощью гравirazведки масштаба 1:10000 и высокоточной электроразведки с использованием современных компьютерных технологий обработки и интерпретации данных.

2.3 Геохимическая изученность

Первые попытки применения геохимии, как поискового метода, были предприняты Тимченко В.А. (ЯТЭ ЯТГУ) и Янишевским Е.М. (ИМГРЭ) в 1970-71 гг [16]. Авторы пришли к выводу, что геохимическое опробование кимберлитовых тел и вмещающих пород не позволяет выявить вокруг трубок отчетливые первичные ореолы элементов-индикаторов [11]. Поэтому, основное внимание было направлено на совершенствование методики поисков по вторичным ореолам рассеяния типичных элементов-индикаторов кимберлитов: Cr, Ni, Co.

За период 1972-92 гг., в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля, были выделены 223 геохимические аномалии, из которых 55 заверены бурением[19]. В 1984 году, при заверке геохимической аномалии на склоне долины ручья Шумного, под делювием, была обнаружена кимберлитовая трубка Геохимическая. Впервые была доказана принципиальная возможность поисков кимберлитов по вторичным ореолам рассеяния на открытых площадях.

С 2005 в результате, разработанных решений и рекомендации по усовершенствованию методики отбора и обработки проб при геохимических поисках геологоразведочные подразделения АК «АЛРОСА» полностью перешли на принципиально новый метод анализа литохимических проб, с

использованием высокоточных приборов класса ICP (индуктивно связанная плазма) и ренгенофлуорисцентных анализов, позволяющих определять значительный круг химических элементов и компонентов с достаточным нижним пределом обнаружения[23].

На основе критериев разбраковки геохимических аномалий и карт распределения геохимических ассоциаций была составлена прогнозно-геохимическая карта и выделены участки, рекомендуемые для проведения поисковых работ. В последние годы, в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля, геохимические методы поисков частично применялись при поисковых работах

В дальнейшем, геохимические методы исследований успешно применялись при проведении работ регионального плана, оказывая существенную помощь при выделении перспективных площадей для постановки более детальных поисковых работ.

3. Геологическая характеристика Алакит-Мархинского кимберлитового поля

Алакит-Мархинское рудное поле располагается на северо-востоке Сибирской платформы [7]. В геологическом строении территории принимают участие палеозойские осадочные образования кембрийской-силурийской систем, вулканогенно-осадочные породы пермотриаса, а также четвертичные отложения различных генетических типов. Рудное поле располагается на стыке Тунгусской синеклизы и Анабарской антеклизы. На территории выделяют 2 эпохи платформенного магматизма. Среди полезных ископаемых наибольший практический интерес представляют алмазы.

3.1 Стратиграфия

Стратиграфическое расчленение осадочных и вулканогенно-осадочных толщ Алакит-Мархинского кимберлитового поля проведено по данным, полученным в ходе предыдущих исследований в 70-90 годы двадцатого века Г.Х. Файнштейном, А.А. Потуроевым, Л.В. Огиенко, Н.Н. Предтеченским, Т.В. Зуевой, М.Я. Фолисевичем, Ю.И. Тесаковым[1,17].

В настоящее время стратиграфическая схема отложений Алакит-Мархинского кимберлитового поля представлена следующим образом (рис.5) [7].

Кайнозойская эра (Kz)
Четвертичная система (Q)
Плейстоцен (Q_{III})
Голоцен (Q_{IV})
Мезозойская эра (Mz)
Триасовая система (T)
Нижний отдел (T₁)
Алакитская свита (P₂-T_{1a1})
Пермская система (P)
Нижний отдел (P₁)
Ахтарандинская свита (P_{2aht})

Пермская система (P)
Татарский отдел (P₃)
Каменноугольная система (C)
Средний отдел (C₂)
Конекская свита (C₂kn)
Нижний отдел (C₁)
Тегюрюкская толща (C₁tg)
Девонская система (D)
Нижний отдел (D₃)
Силурийская система (S)
Нижний отдел (S₁)
Байтахская свита (S₁bt)
Башенная свита (S₁bs)
Машковская свита (S₁ms)
Ордовикская система (O)
Средний-верхний отделы (O₂₋₃)
Кылахская свита (O₂₋₃kl)
Неперендинская свита (S₁np)
Средний отдел (O₂)
Сытыканская свита (O₂st)
Нижний отдел (O₁)
Олдондинская свита (O₁ol)
Сохсолохская свита (O₁sh)
Палеозойская эра (Pz)
Кембрийская система (Є)
Нижний отдел (Є₃)
Мархинская свита (Є₃mrh)
Моркокинская свита (Є₃mr)
Онхойюряхская свита (Є₃on)

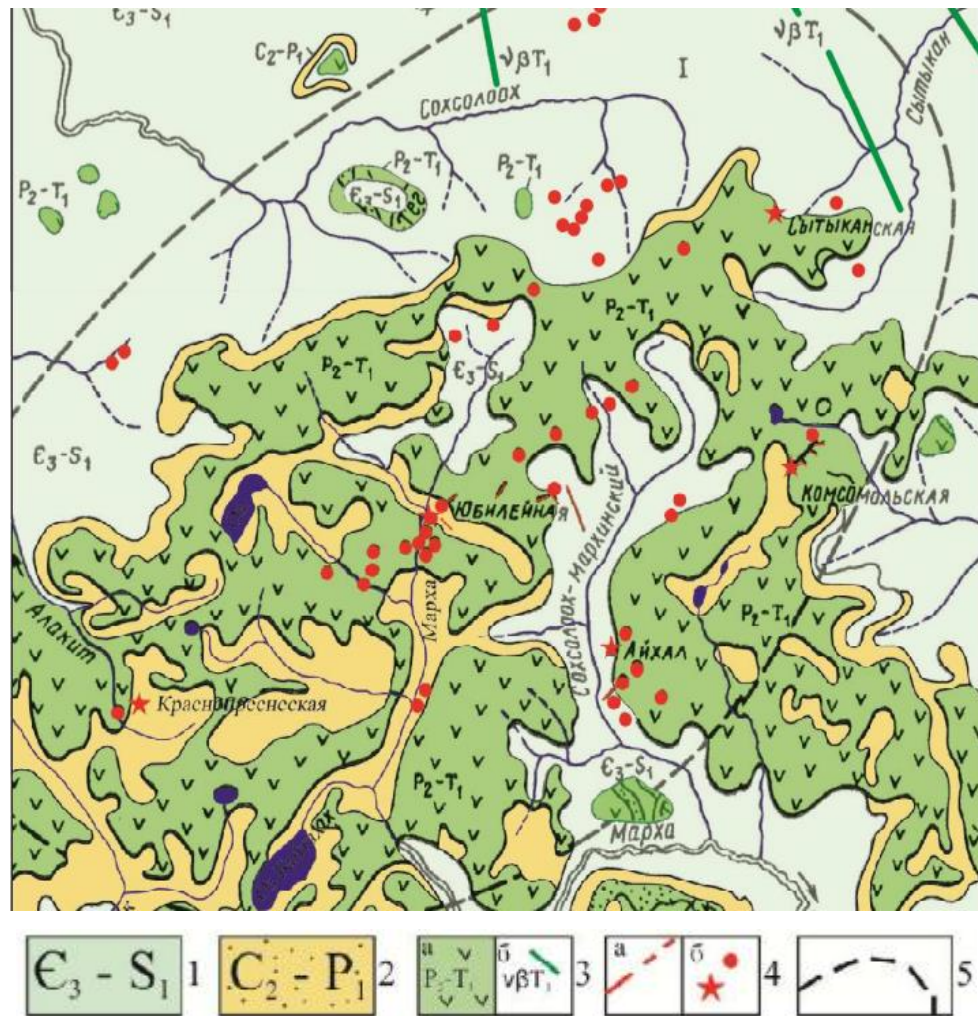


Рисунок 5-Схематическая геологическая карта Алакит-Мархинского алмазоносного района [16]

1 - карбонатные породы кембрия-силура; 2 - терригенные отложения пермо-карбона; 3 -силлы (а) и дайки (б) траппов пермо-триасового возраста; 4 - дайки, жилы (а) и трубки (б) кимберлитов среднего палеозоя; 5 - границы Алакит-Мархинского кимберлитового поля

Палеозойская эра (Pz)

Кембрийская система (Є)

Нижний отдел (Є₃)

Онхойюряхская свита (Є_{3он})

Моркокинская свита (Є_{3мг})

Мархинская свита (Є_{3мрh})

Отложения *мархинской свиты* ($\text{Є}_3\text{mrh}$) представлены зеленовато-серыми известняками, зеленовато - и коричневатого-серыми битуминозными доломитами, линзовидными прослоями зеленовато-серых с голубоватым оттенком и красновато-бурых мергелей и аргиллитов[7]. Нередко встречаются прослои и линзы известняковых песчаников, гравелитов и конгломератов, водорослевых известняков. Разрезы свит нижнего кембрия (Є_3) были изучены по отдельным небольшим коренным выходам и керну структурно-картировочных и поисковых скважин. Отложения прослеживаются по характеру ритмичности, насыщенности битумом. Мощность свиты варьирует от 450 до 540 м.

Моркокинская свита ($\text{Є}_3\text{mr}$) представлена, в основном, серыми, желтовато-серыми, коричневатыми известняками и доломитами, реже известковыми песчаниками и алевролитами. В основании свиты визуальное и по данным геофизических исследований в скважинах выделяется маркирующий горизонт-репер мощностью 2 - 5 м, представленный коричневатого-серыми пятнистыми массивными известняками и доломитами с прослоями микрофитолитовых и строматолитовых известняков. Мощность свиты изменяется от 150 до 190 м.

Осадки *онхойюряхской свиты* ($\text{Є}_3\text{on}$) согласно залегают на моркокинской, сложены тонкоплитчатыми глинистыми, реже алевритистыми доломитами, известняками и мергелями, преобладающими в нижней части разреза. Отличительными особенностями свиты являются повсеместная пестроцветная окраска и присутствие значительного количества глинистых пород. Мощность свиты колеблется от 86 до 139 м.

Ордовикская система(O)

Нижний отдел(O_1)

Сохсолохская свита (O_1sh)

Олдондинская свита (O_1ol)

Разрез *олдондинской свиты* (O_1ol) детально изучен по керну гидрогеологических и структурно-картировочных скважин. Сложена свита

сероцветными доломитами с прослоями и линзами мергелей и плоскогалечных конгломератов, реже известняков, песчаников, алевролитов, аргиллитов. Отмечаются прослои, прожилки, желваки и мелкая вкрапленность гипса. В верхней части разреза, на разных горизонтах, спорадически отмечается красноцветная окраска, присущая мергелям и аргиллитам. По литологическим особенностям и характеру ритмичности она делится на пять пачек. Общая мощность свиты колеблется от 240 до 290 м.

Сохсолохская свита (O_{1sh}) вскрывается в средних частях склонов речных долин в виде узкой полосы и на пониженных водораздельных участках. Обнаженность свиты плохая, разрез её изучался по керну гидрогеологических, структурно - картировочных и поисковых скважин. Свита согласно залегает на отложениях олдондинской свиты. Отличительной особенностью её является наличие в низах разреза горизонта массивных глауконитовых доломитов, образующего в рельефе уступ высотой от 1 до 10 м и хорошо 32 дешифрирующегося на аэрофотоснимках. По подошве этого горизонта проводится нижняя граница свиты. Сложена свита, в основном, светло-серыми, желтовато-серыми и серыми доломитами с прослоями известняков, конгломератов, реже алевролитов, мергелей, песчаников. По литологическим особенностям свита подразделяется на две пачки. Общая мощность свиты составляет 60-80 м.

Средний отдел (O₂)

Сытыканская свита (O_{2st}).

На дневной поверхности *сытыканской свиты* вскрывается узкой полосой в средних частях склонов речных долин по периферии рассматриваемого района от северо - западной до восточной части территории. На крайнем юго-востоке свита выклинивается. Залегает со стратиграфическим несогласием на отложениях сохсолохской свиты и несогласно перекрывается кылахской свитой. Свита сложена неравномерно переслаивающимися светло-серыми песчанистыми известняками и кварцевыми песчаниками с прослоями мергелей и известковистых

доломитов. Имеются единичные прослои органогенно-обломочных и органогенно-детритовых известняков. В основании свиты нередко наблюдается маломощный (10 - 20 см) прослой гравелитов, сложенных плоской галькой известняков, мергелей и хорошо окатанными крупными зернами кварца. Мощность свиты колеблется от 0 до 19 м.

Средний-верхний отделы (O₂₋₃)

Кылахская свита (O₂₋₃kl).

Породы *кылахской свиты* завершают разрез ордовикских отложений и обнажаются на склонах долин крупных рек и их притоков в южной и юго-западной части Алакит-Мархинского рудного поля. Свита с размывом и стратиграфическим несогласием залегает на сытыканской свите, а на отдельных участках – на верхней пачке сохсолохской свиты. От подстилающих образований отличается пестроцветной окраской пород, глинистостью разреза и видовым составом органических остатков.

Свита сложена пестроцветными мергелями с частыми прослоями известняков, глинистых известняков, глинистых, алевритистых, реже песчанистых доломитов. Последние преобладают в нижней части разреза, известняки – в верхней. В основании разреза мергели зачастую содержат примесь песчаного материала, на отдельных участках в подошве свиты отмечаются прослои (до 5 см) сильно обохренного гравелита с гравием кварца и доломитов, сцементированным ожелезненным песчано-глинистым материалом. Иногда в основании свиты залегают серые песчанистые, реже алевритистые, глинистые и органогенно-обломочные, тонко-, мелкозернистые плотные доломиты. Мощность свиты колеблется от 17 м на северо-востоке до 42 м на юго-западе территории.

Силурийская система. (S)

Нижний отдел. (S₁)

Байтахская свита (S₁bt).

Башенная свита (S₁bs).

Машковская свита (S₁ms)

Непперендинская свита (S_{1np})

Непперендинская свита (S_{1np}) развита в юго-западной части Алакит-Мархинского поля [7]. Изучена по разрозненным коренным выходам и керну поисково-картировочных скважин. На подстилающих породах свита залегает согласно. Сложена серыми, разных оттенков, комковатыми известняками, переслаивающимися с глинистыми и алевритистыми известняками. Отмечаются прослой (0,1-0,5 м) органогенно-обломочных известняков, редко глинистых доломитов и зеленовато-серых мергелей, а на отдельных участках в верхах разреза – редкие линзовидные прослой (до 0,4 м) строматолитовых известняков. Мощность свиты 30- 40 м

Машковская свита (S_{1ms}) развита преимущественно в западной, центральной и северной частях Алакит-Мархинского поля. Разрез свиты изучен по отдельным коренным выходам и керну структурно-картировочных и поисковых скважин. Залегает согласно на известняках башенной свиты. Сложена коричневатато-серыми, толстоплитчатыми органогенными и органогенно-обломочными известняками, переслаивающимися с глинистыми разностями. Изредка отмечаются прослой алевритистых и битуминозных известняков, мощностью 0,1-4,0 м. В верхах разреза присутствуют линзовидные прослой серых строматолитовых известняков, мощностью до 1 м. Мощность свиты 50-70 м.

Башенная свита (S_{1bs}) широко развита на большей части территории и залегает согласно на отложениях байтахской свиты. Разрез свиты изучен по отдельным небольшим коренным выходам и керну структурно-картировочных и поисковых скважин. Сложена монотонной толщей светло-серых и кремовых глинистых криптозернистых известняков с прослоями серых комковатых глинистых известняков. В нижней и верхней частях разреза отмечаются редкие прослой желтовато-серых органогенно-обломочных известняков. Мощность свиты колеблется от 40 до 60 м.

Байтахская свита (S_{1bt}) картируется в виде узкой полосы на склонах речных долин. Разрез её изучен по керну структурно-картировочных и

поисковых скважин, а также в карьерах. Отложения свиты залегают со стратиграфическим несогласием на различных горизонтах кылахской свиты. Разрез свиты представлен зеленовато-серыми тонкослоистыми мергелями с тонкими (от 2 до 20 см) прослоями светло-серых и серых глинистых известняков. В районе трубки Айхал в подошве свиты залегает прослой конгломератов с известняковой галькой мощностью от 0,1 до 3,3 м. В центральной и западной частях Алакит-Мархинского поля в разрезе свиты присутствуют прослои (до 0,1 м) голубовато-серых тонкослоистых аргиллитов. Мощность свиты составляет от 3 до 36 м.

Девонская система. (D)

Нижний отдел (D₃)

Породы *нижнего отдела девонской системы* сформировались при континентальном режиме, установившийся в позднем девоне - раннем карбоне, что способствовало корообразовательным процессам. В результате на карбонатных породах и кимберлитах получили широкое развитие каолинит-гидрослюдистые и монтмориллонитовые коры выветривания, впоследствии в процессе денудации, в основном, размытые.

Каолинит-гидрослюдистая остаточная кора выветривания развита на карбонатных породах нижнего палеозоя. Установлена скважинами на локальных участках в северо-западной, центральной и восточной частях Алакит-Мархинского поля под терригенными отложениями верхнего палеозоя и, в меньшей мере, под траппами. По генетическому типу относится к незрелым остаточным корам сиалического типа. Сохранились лишь нижние зоны коры, различающиеся на разных участках по своему составу в зависимости от субстрата.

На участках карстообразования кора имеет повышенную мощность и двухчленное строение. Нижний горизонт сложен дезинтегрированными каолинизированными известняками, часто кавернозными и ожелезненными. Мощность горизонта от 0,2 до 7,5 м. Верхний горизонт представлен

каолинит-гидрослюдистыми глинами, зачастую ожелезненными, с обломками и щебнем карбонатных пород.

В верхней части горизонта отмечается незначительная примесь песчаного материала, гравия и гальки кварца. Мощность верхнего горизонта 0,1-0,5 м, на локальных участках – до 10 м. Монтмориллонитовая остаточная кора выветривания развита на кимберлитах. Она относится к корам с начальной гидратацией и выщелачиванием. Низы разреза представлены интенсивно выветрелыми желтовато-серыми кимберлитами с трещинами, выполненными ожелезненной глиной. Верхняя часть коры сложена монтмориллонитовыми и монтмориллонит-гидрослюдистыми глинами, со значительным количеством мелких зерен ильменита и пирропа, а также выделений гетита и гидрогетита. Мощность коры колеблется от 0,4 до 2,4 м. Возраст кор выветривания условно принимается как позднедевонский.

Каменноугольная система (С)

Нижний отдел (С₁)

Тегюрюкская толща (С₁tg)

Установлена только над трубкой Краснопресненская, где она выполняет мульдообразную депрессию, залегая непосредственно на кимберлитах. По литологическому составу делится на две пачки: нижнюю и верхнюю. Нижняя пачка более карбонатная и представлена переслаиванием массивных, реже слоистых, серых доломитистых, реже алевритистых аргиллитов с известковистыми доломитами, известняками, мергелями, алевролитами. В основании пачки – базальный горизонт осадочной брекчии, состоящей на 35-55% из слабоокатанных щебня и дресвы аргиллитов, сцементированных туфопесчаником. Мощность пачки колеблется от 10 до 27 м. Верхняя пачка преимущественно терригенная, с отчетливо выраженной слоистой текстурой пород. Сложена, в основном, мелко-среднезернистыми массивными полевошпат-кварцевыми и полимиктовыми песчаниками с маломощными прослоями и линзами слоистых алевролитов и аргиллитов.

Окраска пород серая и зеленовато-серая. Мощность пачки – 24 м. Мощность толщи составляет 0-51 м.

Средний отдел (C₂)

Конекская свита (C₂kn)

Конекская свита (C₂kn) пользуется ограниченным распространением и развита преимущественно в северной и центральной частях Алакит-Мархинского поля. На дневной поверхности практически не обнажается. Отложения свиты со стратиграфическим и литологическим несогласием залегают на различных горизонтах карбонатных пород нижнего силура, верхнего и среднего ордовика, а также на тегюрюкской толще.

Свита сложена преимущественно олигомиктовыми, реже кварцевыми песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов, углистых алевролитов и линзами углей. В основании свиты залегают базальные конгломераты и гравелиты в виде линз и прослоев, мощностью от 10 см до 1,5 м, изредка до 7 м. В составе галечного материала преобладают кремни, кварц, кварциты и окремненные карбонатные породы. По всему разрезу неравномерно рассеян растительный детрит. Окраска пород серая и темно-серая, иногда с сиреневым оттенком.

Тяжелая фракция терригенных пород представлена в основном ильменитом, магнетитом, в меньшем количестве встречаются эпидот, альмандин и циркон. В единичных знаках присутствуют лейкоксен, рутил, сфен, турмалин, апатит, иногда глауконит и пирит. Кроме того, зачастую содержатся минералы-спутники алмазов – пироп, пикроильменит, хромит, реже оливин и хромдиопсид. Минералы-спутники распределены неравномерно как по вертикали, так и по латерали и, в основном, сконцентрированы в приподошвенном горизонте мощностью 3-5 м. Только в непосредственной близости от кимберлитовых тел, часто в значительных количествах, они отмечаются и в верхних горизонтах свиты. Мощность отложений свиты изменяется от 0 до 30 метров.

Пермская система (P)

Нижний отдел (P₁)

Ахтарандинская свита (P₂аht)

Отложения *ахтарандинской свиты* развиты, преимущественно, в центральной части района на склонах возвышенностей. Залегают свита с размывом на различных горизонтах айхальской свиты. В большинстве разрезов представлена толщей осадков ритмичного строения, сложенной преимущественно слабосцементированными серыми и желтовато-серыми разнозернистыми аркозовыми, реже полимиктовыми песчаниками с маломощными прослоями алевролитов, в том числе углистых, и аргиллитов, а также линзами углей и конгломератов. Отличительной особенностью свиты является более грубая зернистость слагающих ее песчаников и меньшая угленосность пород, в сравнении с айхальской свитой. Мощность свиты составляет от 5 до 75 м.

Палеозойская эра (Pz)

Пермская система (P)

Татарский отдел

Мезозойская эра (Mz)

Триасовая система (T)

Нижний отдел (T₁)

Алакитская свита (P₂-T₁al).

Отложения палеозойской эры, пермской системы, татарского отдела и мезозойской эры, триасовой системы, нижнего отдела *не расчленены и объединяются в Алакитскую свиту*. Вулканогенные образования алакитской свиты (P₂-T₁al) довольно широко распространены и залегают с размывом на разных горизонтах ахтарандинской, айхальской и конекской свит, редко на карбонатных отложениях нижнего палеозоя. Часто образования свиты граничат с долеритовыми интрузиями. Свита сложена серыми и буровато-серыми витро- и литокластическими разнообломочными туфами основного состава, реже туффитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами с

маломощными прослоями терригенных пород, почти не содержащих пирокластического материала. Мощность свиты изменяется от первых метров до 120 метров.

Кайнозойская эра (Kz)

Четвертичная система (Q)

Плейстоцен (Q_{III})

Плейстоценовые образования развиты практически повсеместно. По генетическим признакам выделяются аллювиальные, элювиальные и делювиальные, озерные и болотные, провальное-просадочные и техногенные отложения неоплейстоцена и голоцена. Аллювиальные образования второй надпойменной террасы (a₁₂Q_{III}), имеют распространение на юге изучаемой территории в долине р. Марха. Терраса цокольная, высотой 15- 25 м. В основании террасы залегают галечники с прослоями и линзами песков и суглинков. Галька и гравий хорошо и среднеокатанные, состоят из долеритов, реже из карбонатных пород. Встречаются кварциты, кремни, кварц. Верхняя часть разреза сложена разнозернистыми песками с редкими гальками и гравием, выше песков залегают буровато-серые супеси и суглинки с примесью гальки долеритов. В кровле аллювия местами отмечаются линзовидные прослой торфянистого ила. Мощность аллювия варьируется от 3 до 10 м.

Голоцен (Q_{IV})

Современные образования *голоценового возраста* широко развиты на изучаемой территории и представлены комплексом пород различных генетических типов: пойменными и русловыми (aQ_{IV}), озерными и болотными (i,bQ_{IV}), элювиальными и делювиальными (e,dQ_{IV}), коллювиальными (kQ_{IV}), а также техногенными (tQ_{IV}).

Пойменные образования (aQ_{IV}) развиты по всем водотокам района. Разрез верхней части поймы сложен торфяно-илистым материалом, суглинками и супесями с прослоями песка и рассеянными мелкими гальками и гравием. Мощность верхней части не превышает 1 метра. Нижняя часть

поймы, мощностью 3-8 м представлена гравийно-галечно-песчаными, реже валунно-галечными отложениями. Галька и гравий хорошо- и среднеокатанные, представлены долеритами, карбонатными породами, кварцитами, реже роговиками, кремнями, кварцем, песчаниками. Мощность аллювия поймы изменяется от 3-5 до 5-10 м.

Русловые образования (aQ_{IV}) отмечаются по всем водотокам, слагая их русла и русловые косы. Представлены галечниками, часто с высоким содержанием валунов. Размер, окатанность и вещественный состав обломков зависят от крупности водотока, его гидродинамического режима, а также от литологического состава размываемых пород. По мере удаления от истоков крупность обломочного материала уменьшается. Так, в верховьях рек и ручьев аллювий состоит обычно из крупных полуокатанных валунов с незначительным количеством галечно-гравийного и глинисто-песчаного материала, доля которого ниже по течению постепенно возрастает. Вещественный состав обломков аналогичен составу обломков пойменных отложений. Мощность руслового аллювия составляет от 0,5 до 4-6 м.

Озёрные и болотные образования (i,bQ_{IV}) распространены ограниченно и приурочены к днищам озерных котловин. Представлены они илами серого цвета с примесью гумуса, редкими гальками траппов и маломощными прослоями супесей. В верхах разреза отмечаются буровато-серые суглинки с редкими обломками долеритов и линзовидными прослоями темно-бурового торфа. Мощность отложений изменяется от 3 до 6 м.

Элювиальные и делювиальные образования (e,dQ_{IV}) распространены повсеместно и покрывают сплошным чехлом разной мощности всю территорию района[7]. Элювий формируется на плоских водораздельных пространствах. На траппах он представлен крупными глыбами с незначительным количеством мелкозёма, на туфах и осадочных породах – суглинками, иногда супесями с дресвой и щебнем материнских пород. Мощность элювия 0,2-3 м. Делювиальные образования представлены суглинками, супесями и глинами с обломками материнских пород. Вблизи

трапповых уступов, в поле развития делювиальных отложений, отмечаются коллювиальные развалы крупных глыб долеритов. Мощность делювия изменяется в пределах от 1 до 8 м.

Техногенные образования (tQ_{IV}) представлены отвалами горных пород вокруг карьеров разрабатываемых месторождений алмазов и сохранными «хвостами» обогащения кимберлитов. Отвалы сложены щебнисто-глыбовым материалом вмещающих и перекрывающих кимберлиты пород с примесью глинисто-песчаного материала, а «хвосты» – глинисто-песчаной фракцией кимберлитов. Площадь распространения и мощность техногенных отложений напрямую зависят от размеров и глубины разрабатываемых карьеров.

3.2 Тектоника

Алакит-Мархинское кимберлитовое рудное поле расположено в зоне сочленения северо-восточного борта Тунгусской синеклизы с юго-западным склоном Анабарской антеклизы Сибирской платформы [3]. Граница между структурами Сибирской платформы проводится весьма условно (рис. 6).

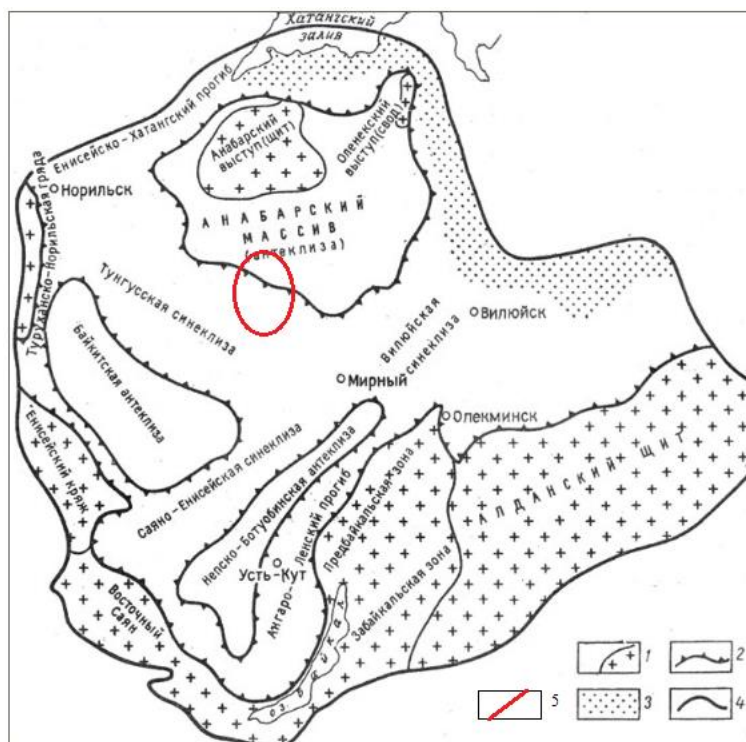


Рисунок 6 - Схема региональной тектоники Сибирской платформы [3]

1 - выходы на дневную поверхность пород кристаллического фундамента; 2 - границы региональных поднятий; 3 - Предверхоанский передовой прогиб; 4 - граница платформы, 5- границы Алакит-Мархинского рудного поля.

В пределах зоны сочленения тектонических структур выделяются два структурных этажа Сибирской платформы, различных по своему строению и времени формирования: кристаллический фундамент и перекрывающий его платформенный осадочный чехол [2]. Глубина залегания кристаллического фундамента в районе работ, по данным региональных геофизических исследований, составляет 2,0-3,6 км, что подтверждено бурением в районе пос. Айхал параметрической скважины, вскрывшей породы фундамента – лейкократовые и меланократовые гнейсы на глубине 3093 м.

Слагающие фундамент породы входят в анабарский гранулитовый комплекс, представленный далдынской, верхнеанабарской и хапчанской сериями архея [3]. Выделяемые серии определены по ксенолитам из кимберлитовых трубок Алакит-Мархинского и Далдынского полей, а также по аналогии с Анабарским массивом.

В зонах смятия и дробления широко распространены полиметаморфические породы верхнеламайского комплекса, сформировавшиеся в результате диафтореза в условиях амфиболитовой фации в позднеархейское-раннепротерозойское время.

На основании интерпретации морфологических особенностей геофизических полей в фундаменте выделяется целый ряд разновозрастных глубинных разломов субмеридианальной и субширотной ориентировки, обусловивших его блоковое строение. Глубинные разломы субмеридиональной ориентировки позднеархейского заложения активизировались в пострanneпротерозойское время. Глубинные разломы раннепротерозойского заложения, являющиеся краевыми разломами шовных зон, трассируются в известные субмеридиональные шовные зоны Анабарского массива.

Субширотная система глубинных разломов рифейского заложения прослеживается по всей территории Далдыно-Алакитского района. По разломам фиксируются смещения сдвигового и сбросо-сдвигового характера. Субширотная система разломов активизировалась в девон-карбоновое и постранинезозойское время. Сейсморазведкой установлены разломы субширотного, северо-западного и северо-восточного простирания, возраст заложения которых датируется поздним протерозоем. Разломы северо-восточного простирания группируются в Далдыно-Оленекскую зону, включающую в себя Алакит-Мархинское и Далдынское кимберлитовые поля.

В строении осадочного чехла платформы, в пределах района работ, выделяются два структурных яруса: венд-нижнепалеозойский и верхнепалеозойский-нижнезозойский, разделенные продолжительным перерывом в осадконакоплении и с характерными для каждого формациями. Венд-нижнепалеозойский структурный ярус сложен карбонатной толщей отложений венда, кембрия, ордовика и силура, залегающих моноклинально с падением на юго-запад под углом до 1° . Моноклинальное залегание нарушается мелкими пологими брахискладками и рядом поднятий девон-карбонового этапа развития – Верхне-Глубочинским, Тегюрюкским и Мархинским. Амплитуда колебаний рельефа поверхности нижнепалеозойского яруса составляет примерно 60-80 м. По результатам сейсморазведочных и электроразведочных работ в нижнем структурном ярусе осадочного чехла выявлены разрывные нарушения девон-карбоновой активизации (Северо-Восточный, Алакитский, Байтахский и другие разломы), протяженностью до нескольких десятков километров. Предполагается, что все эти нарушения носят унаследованный характер, являясь отражением позднепротерозойских разломов, и имеют сбросовый характер с амплитудой смещения 20-50 м. В карбонатной толще нижнего структурного яруса разломы представляют собой зоны повышенной трещиноватости и дробления, имеют сложное строение и проявляются по нескольким сейсмическим горизонтам.

Верхнепалеозойский-нижнемезозойский структурный ярус образован терригенными отложениями каменноугольно-пермского возраста, которые залегают на размытой поверхности нижнепалеозойского карбонатного цоколя, вулканогенно-осадочными образованиями позднепермского - раннетриасового возраста и породами трапповой формации.

Современный структурный план платформенного чехла во многом определяется интрузивными телами пород трапповой формации, внедрившимися в позднепермское-раннетриасовое время. Площадное распространение пластовых интрузий сопровождается многочисленными дизъюнктивными и пликативными нарушениями, отторжением и перемещением крупных блоков как терригенных, так и карбонатных пород осадочного чехла.

Кимберлитовые тела Алакит-Мархинского поля находятся в пределах Сохсолохского грабенообразного прогиба и контролируются зонами разломов субширотного и северо-восточного простирания. Амплитуда прогиба достигает 250 метров [5]. Внутреннее строение Сохсолохского прогиба отличается от строения прилегающих структурных блоков преимущественным развитием пликативных и разрывных дислокаций северо-восточного простирания. Большая часть кимберлитовых тел приурочена к северо-восточному вздыманию прогиба, располагаясь на склонах сложнопостроенных локальных депрессий – Айхальской, Байтахской, Центральной и Алакитской. Цепочки кимберлитовых тел, как и большинство самих тел, вытянуты в северо-восточном направлении, тяготея к разрывным нарушениям того же плана.

3.3. Магматизм

Магматические образования, известные в районе Алакит-Мархинского рудного поля, относятся к двум эпохам платформенного магматизма: позднедевонской-раннекаменноугольной (D_3-C_1) и позднепермской - раннетриасовой (P_2-T_1) [6]. С первой эпохой связана ультраосновная формация кимберлитов, с повышенной щелочностью,

слагающая трубки взрыва, жилы и дайки, со второй – внедрение магм основного состава: долеритов и габбро-долеритов трапповой формации, слагающих пластовые интрузии, штоки и дайки.

Кимберлитовая формация обычно проявляется в 2 фациях: эксплозивной (трубки взрыва) и гипабиссальной (дайки, жилы). Размещение кимберлитовых тел контролируется глубинными разломами, вдоль которых они располагаются в виде цепочек. Высказываются предположения о комагматичности кимберлитов и щелочно-ультраосновных интрузий, основанные на близости их петрохимических. и геохимических особенностей. При этом предполагается, что кимберлиты являются продуктами недифференцированной магмы щелочно-ультраосновного типа, а интрузии центрального, типа щелочно-ультраосновной форм.

Ниже описаны Далдыно-Алакитский и Алакитский комплексы в связи с тем, что на территории Алакит-Мархинского кимберлитового поля они являются господствующими.

Далдыно-алакитский кимберлитовый комплекс (tD₃-C₁dl)

Породы кимберлитовой формации слагают трубки, дайки и жилы. В составе Алакит-Мархинского кимберлитового поля, расположенного в Далдыно-Оленекской зоне глубинных разломов, к настоящему времени насчитывается 63 кимберлитовые трубки и ряд жильных образований [2]. Кимберлитовые породы представлены эруптивными кимберлитовыми брекчиями с массивной текстурой цемента, автолитовыми кимберлитовыми брекчиями и порфиоровыми кимберлитами .

Наиболее часто в трубках встречаются первые две разновидности пород, порфиоровые кимберлиты отмечаются редко [5]. В трубках с минимальным эрозионным срезом встречаются кимберлитовые туфы и туфобрекчии. Большинство кимберлитовых тел, как правило, имеют сложное строение и состоят не менее чем из 2-3 разновидностей кимберлитовых пород.

Расположение кимберлитовых тел в пределах поля контролируется разрывными нарушениями различных порядков и ориентировки, активизировавшимися в эпоху кимберлитового магматизма (рис.6) [3]. К одной из таких тектонических зон (Центральной) приурочено 11 кимберлитовых трубок. В нижнепалеозойских породах осадочного чехла эта зона фиксируется повышенной трещиноватостью, зонами дробления и интенсивной закарстованностью.

Эрозионный срез большинства кимберлитовых трубок Алакит-Мархинского поля незначительный (200-350 м), поэтому в некоторых диатремах сохранились верхние элементы вулканических построек – раструбы (тр. Юбилейная, тр. Краснопресненская, тр. Айхал), сложенные осадочными образованиями раннекарбонового возраста (тегюрюкская толща), кимберлитовыми туфами, туфобрекчиями и такситовыми кимберлитами. Размеры трубок по площади колеблются от 2-3 до 56 га [6]. Форма тел в плане на уровне современного эрозионного среза весьма разнообразна. Преобладают округлые и овальные трубки, реже вытянутые, дайкообразные и неправильной формы. Все трубки имеют четкую тенденцию к убыванию степени изометричности поперечного сечения с глубиной и переходу их корневой части в дайки, в связи с чем, различают две основные, связанные постепенными переходами морфологические группы диатрем: собственно трубки взрыва (изометричные и овальные в плане) и трубчатые тела (сильно вытянутые и линзовидные в плане). У тел первой группы отношение короткой и длинной осей в плане составляет 1:1-1:3, у второй – 1:3-1:10. Возраст кимберлитовых трубок Алакит-Мархинского поля определен как поздний девон-ранний карбон.

Алакитский субвулканический комплекс (βP_2 -T_{1al})

Породы трапповой формации имеют весьма широкое распространение в районе проектируемых работ, поскольку он территориально расположен в северо-восточной краевой части обширного траппового плато Сибирской платформы (рис.6) [3]. Породы трапповой

формации образуют пластовые интрузии (силлы) и даечные тела, внедрившиеся в терригенно-осадочные каменноугольно-пермские образования или же карбонатные породы нижнего палеозоя.

Характерными особенностями интрузий являются: сочетание пологосекущего и согласного с напластованием залегания, невыдержанность мощности, как в плане, так и в вертикальном разрезе, переходы из одного гипсометрического уровня на другой. Мощности отдельных трапповых интрузий варьируют в широких пределах от 0,5-0,6 м до 200-230 м. В пределах одной интрузии часто наблюдаются раздувы и пережимы.

Магматизм Сибирской платформы характеризуется сложностью состава и многообразием форм проявления [11]. Пульсирующий характер магматизма обусловил не только многостадийность его во времени и пространстве, но и различия в химизме. Начиная с позднего палеозоя, магматическая активизация платформы связана с форми рованием трапповых синеклиз. По периферии синеклиз закладывались глубоко проникающие зоны разломов, к которым приурочены мощные поля интрузий основного состава. Изученная территория располагается на площади одной из таких зон, Вилюйско-Котуйской, проходящей вдоль восточного борта Тунгусской синеклизы.

На основании петрохимического и петрофизического изучения базитов восточного борта Тунгусской синеклизы, было выделено три группы различающихся по петро - геохимическим и петрофизическим характеристикам. Выделенные магматиты соответствуют трем самостоятельным фазам внедрения. Объем внедряющегося вещества в каждой из фаз был различен, но все группы долеритов на территории встречаются повсеместно.

3.4 Полезные ископаемые

Республика Саха (Якутия) занимает одно из первых мест в России по разнообразию и запасам полезных ископаемых [20]. Основными полезными ископаемыми Алакит-Мархинского кимберлитового поля, представляющими

практический интерес, являются алмазы, строительные материалы, бурый уголь, поделочные камни.

Алмазы

В пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля, к настоящему времени, выявлено 63 кимберлитовые трубки, более десятка кимберлитовых жил и 7 отторгнутых и перемещенных по латерали интрузии долеритов, кимберлитовых тела, среди них выделяют коренные и россыпные месторождения [12].

Коренными месторождениями алмазов в Республике Саха(Якутия) являются кимберлитовые трубки Айхал, Юбилейная, Заря, Комсомольская, Краснопресненская и Сытыканская. Повышенные содержания алмазов отмечены в трубках Одинцова и Радиоволновая.

В настоящее время россыпных месторождений алмазов промышленного значения не установлено. Отмечаются лишь единичные находки алмазов в терригенных породах каменноугольно-пермского возраста (преимущественно в базальных горизонтах), а также в отложениях древних террас и аллювии современных водотоков.

Строительные материалы

В качестве сырья для производства строительных материалов в районе работ используются породы различного состава, генезиса и возраста: карбонатные породы нижнего палеозоя (известняки), пески и песчано-гравийные смеси каменноугольно-пермского возраста, изверженные породы трапповой формации (долериты) и вулканогенные образования (туфы). Подробные сведения о месторождениях строительных материалов приведены в отчетах Амакинской экспедиции.

Бурые угли

В 40 км к северо-западу от пос. Айхал на ручье Черный Ключ находится единственное в этом районе месторождение бурых углей «Черное», запасы по которому утверждены в ТКЗ ЯАССР в 1963 г. по категориям В и С₁ и составляют 1,5 млн. тонн [20]. Горнотехнические условия позволяют разрабатывать месторождение только подземным способом. Месторождение не разрабатывается. Проявления бурых углей встречаются и на других участках, но из-за незначительной мощности пластов, практического интереса не представляют.

Поделочные камни и облицовочные материалы

В качестве поделочных камней могут использоваться плотные, свежие разновидности кимберлитовых пород из некоторых неалмазоносных трубок (Радиогеодезическая, Липа и др.). В качестве облицовочных материалов могут также использоваться долериты и метасоматически измененные известняки силура. Однако целенаправленного изучения этих пород на предмет их использования в указанных целях до настоящего времени не производилось.

4. Особенности геологического строения и состава кимберлитовых пород трубки Айхал

4.1 Внутреннее строение трубки Айхал

Месторождение относится к «крупным», так же содержит уникально богатые руды, не имеющие аналогов в мире. Среднее содержание алмазов в рудах трубки Айхал – 4,96 кар/тонну при высоком качестве камней[14].

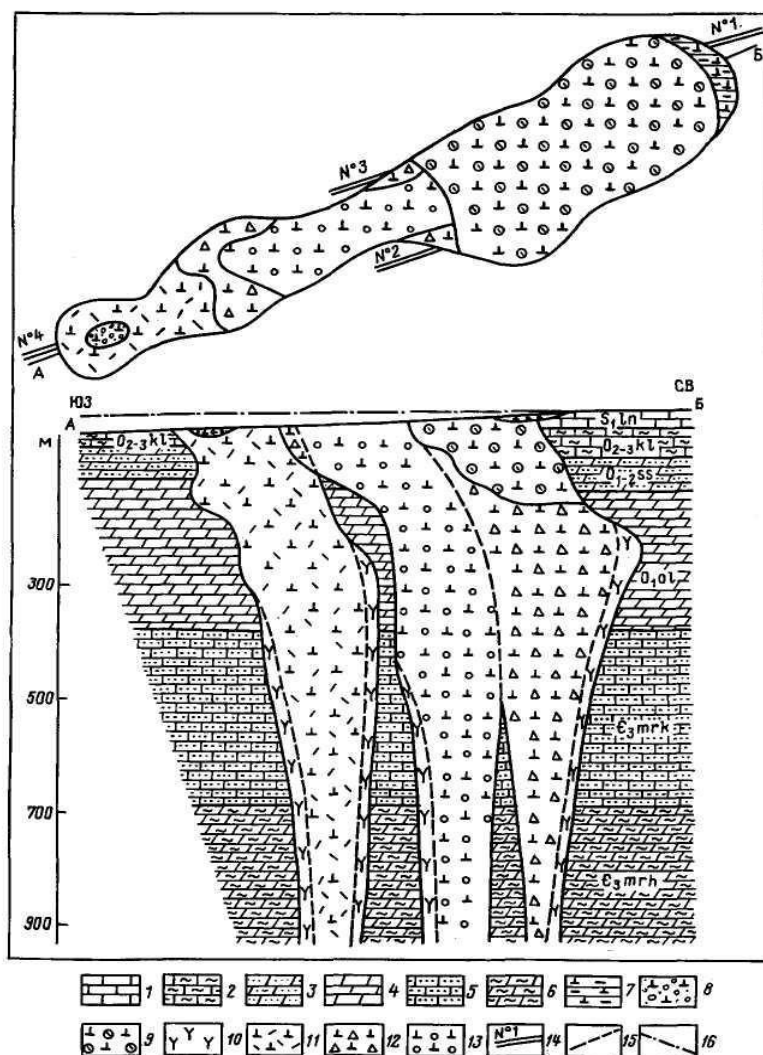


Рисунок 7 - Геолого-структурный план и разрез трубки Айхал [7]

1 - 6 - вмещающие породы: известняки, доломиты, терригенно-карбонатные породы; 7 - стратифицированные породы осадочно-вулканогенного происхождения; 8 - линзы переотложенных галечников; 9 - кимберлитовые туфы и туфобрекчии; 10 - порфириновые кимберлиты интрузивной стадии формирования (первая фаза); 11 - 13 - кимберлитовые брекчии эксплозивной

стадии внедрения: 11 - мелкооб-ломочные юго-западного тела (вторая фаза), 12 - туффизитовые восточной части северовосточного тела (третья фаза), 13 - автолитовые центральной части трубки (четвертая фаза); 14 - кимберлитовые дайки; 15 - предполагаемая граница между кимберлитовыми породами различных фаз внедрения; 16 - палеоповерхность трубки после высвобождения из-под траппов

Трубка Айхал располагается в алмазоносном районе Алаakit-Мархинского поля Якутской алмазоносной провинции (рис.5) [16]. Трубка приурочена к левому склону долины реки Сохсолох-Мархинской и находится в 15 км от ее устья. Она представляет собой крутопадающее тело имеющее линзообразную форму. Трубка слагается кимберлитами различной плотности, а так же вмещающими породами. Геологическое строение осложняется наличием многочисленных кимберлитовых даек.

Вмещающими породами трубки служат терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя (C_3-S_1). К ним относятся известняки среднего отдела силурийской системы, мергели и известняки кылахской свиты средне-верхнего отдела ордовикской системы, доломиты и песчаные известняки сохсолохской свиты, глинястые доломиты и доломитистые известняки олдондинской свиты.

Трубка Айхал относится к месторождениям с резким различием типоморфных особенностей алмазов отдельных рудных столбов, так же имеет сложное морфологическое строение; она выполнена кимберлитовыми породами образовавшимися в результате четырехфазного внедрения [13].

Первая фаза внедрения представлена порфиоровыми кимберлитами интрузивной стадии внедрения не выходящими на уровень среза юго-западной части трубки. Порфиоровые кимберлиты макроскопически представляют собой относительно плотные прочные породы зеленовато-серого и голубовато-зеленого цвета, нередко выветренные в верхних горизонтах. Текстура пород брекчиевая, текстура кимберлита, цементирующего обломочный материал, массивная. Содержание

обломочного материала варьирует от 5 до 15-20 %. Обломочный материал представлен ксенолитами вмещающих осадочных пород, обломками кристаллических пород фундамента и включениями глубинных пород. Структура их спорадофировая.

Породы *второй фазы* локализованы в юго-западной части трубки это мелкообломочные брекчии кристаллокластической структуры. Представляют собой плотные породы зеленовато-серого цвета. Текстура брекчиевая, текстура цемента массивная. Содержание обломочного материала меняется от 10 до 20 %. Ксенолиты представлены включениями глубинных пород. Структура их порфировая.

К *третьей фазе* относятся туффзиты и кимберлитовые образования в северо-восточной части трубки. Макроскопически представляют собой слабосцементированные породы грязно-зеленовато-серого, буровато-серого цвета. Структура пород литокристаллокластическая. Содержание обломочного материала практически всегда превышает 60-70 % объема породы. Кимберлитовый материала содержится от 5, редко 10 % до исчезающих малых количеств. Обломочный материал представлен обломками пород и минералов. Основной процент обломочного материала составляют ксенолиты карбонатных и терригенно-карбонатных пород, размером от долей мм до 6, иногда 11 см. Автолитовые кимберлитовые брекчии темно-зеленого и голубовато-серого цвета расположенные в центральной части трубки сформировались в заключительную стадию магмообразования.

Автолитовые кимберлитовые брекчии представляют собой среднеобломочные породы от светло-серого до темно-серого цвета с голубоватыми или зеленоватыми оттенками. Текстура породы брекчиевая, текстура кимберлита, цементирующего обломочный материал, автолитовая. Состав породы довольно однороден. Обломочный материал представлен ксенолитами вмещающих и глубинных пород. Содержание ксенолитов осадочных пород варьирует в основном от 6 до 15 %, повышаясь до 50 % на

участках контакта с ксенотуфобрекчиями. Автолитовая текстура в основном проявлена довольно четко.

К *четвертой фазе* относятся наиболее продуктивные поздние автолитовые (4 фаза) и близкие к ним по составу и текстурным особенностям (наличие лапиллиевых автолитов) туффизитовые брекчии (3-ей фазы) [11]. Порфиновые и мелко-обломочные кимберлиты Айхала являются ранними. Для пород этой трубки характерна более интенсивная серпентинизация. Мантийные ксенолиты представлены, главным образом, гранатовыми серпентинитами. В кимберлитовой трубке Айхал преобладает хромшпинелид. Имеется отличие и по типам алмазов. Для Айхала характерно преобладание ромбододекаэдрической формы кристаллов над октаэдрическими (нередко с зеленым нацветом).

Выполнена трубка разновозрастными кимберлитовыми брекчиями. Кимберлиты её, по сравнению с породами других трубок Якутской алмазоносной провинции, характеризуются высокими содержаниями карбонатов, апатита и барита. Отличительной особенностью их является присутствие бадделита – минерала карбонатитовых комплексов.

Среди алмазов трубки Айхал из кристалломорфологических типов преобладают ромбододекаэдры (59,8%), октаэдры составляют всего 14,9%, комбинационные формы – 16,3%. В то же время округлых камней бразильского типа мало – 0,2%, обломки без следов огранки – 55,3%. Среди цветовых разновидностей преобладают кристаллы с грязно-зеленоватым цветом. В объеме тела алмазы распределены неравномерно. В период разведочных работ было выявлено три самостоятельных блока по содержанию алмазов. Границы блоков близко совпадают с петрографическими разновидностями кимберлитов. В целом по трубке высокое содержание алмазов прослеживается на глубину до 600 м.

4.2 Особенности минерального и химического состава кимберлитов трубки

Айхал

Трубка Айхал относится к кимберлитовому геолого-генетическому типу [6, 11]. Данный тип был определен в соответствии со структурным, магматогенным, геохимическим, геоморфологическим критериям.

Исследованы минеральный и химический состав кимберлитов трубки Айхал. Минеральный состав породы был изучен рентгеноструктурным анализом с помощью настольного порошкового дифрактометра Bruker D2 Phaser и визуально благодаря оптическому микроскопу Axioskop 40 с системой анализа изображений, химический состав сканирующим электронным микроскопом Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа.

Кимберлиты имеют зеленовато-серый цвет с нечетко выраженной брекчиевой текстурой, обусловленной присутствием мелких ($2,1 \times 0,7$; 2×10 см) ксенолитов осадочных пород (примерно 7-14 об.%), Вкрапленники представлены зернами серпентинизированного оливина, пикроильменита, реже граната, их размеры варьируют от 0,1 до 0,5 мм.

Особенности внутреннего строения кимберлитовой трубки Айхал обусловлены образованием симметричных и асимметричных реакционных афировых оболочек (2-4 мм) вокруг ксенолитов осадочных и метаморфических пород, включений серпентинитов и крупных вкрапленников (рис. 8А). Кластопорфировая структура на локальных участках обусловлена высоким содержанием удлиненных обломочных форм псевдоморфоз серпентина по оливины и флогопита (рис. 8Б). Удлиненные пластинки слюды (5-10 об.%) размером $0,5 \times 1,0$ см; $0,3 \times 0,7$ см часто образуют гломеропорфировые, крестообразные, секториальные срастания, хлорит отмечается в виде сферолитовых образований. Основная масса породы мелко-микрозернистая (0,005 до 0,1 мм) серпентин-флогопит хлорит-апатитового состава с кристаллами пирропа.

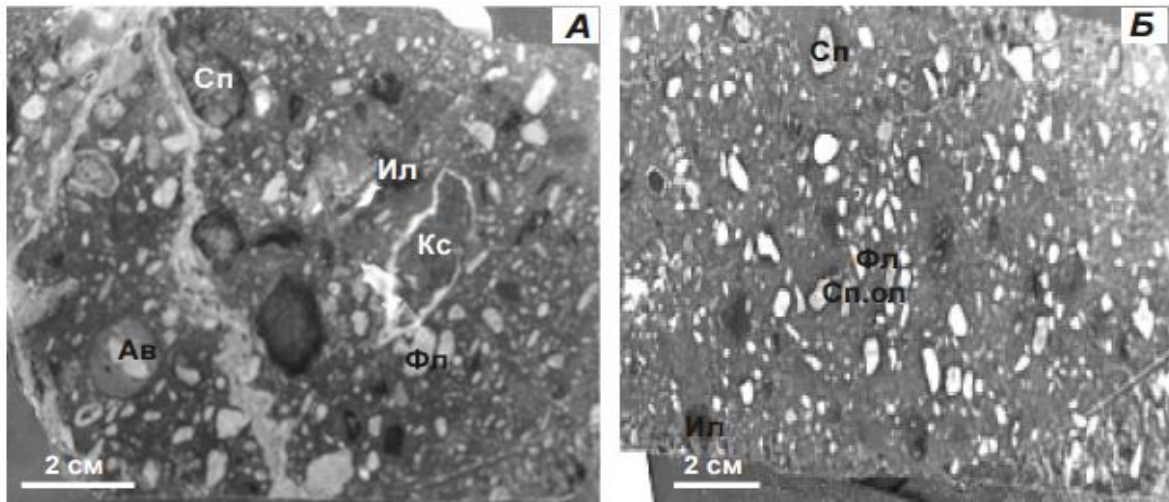


Рисунок 8 - Текстурно-структурные особенности кимберлитов трубки Айхал (снимок)

А – кимберлитовая брекчия с нечетко выраженной автолитовой текстурой; Б – кластопорфировая структура кимберлитов. Сокращенные названия. Кс – ксенолит; Ав – автолит; Сп – серпентинит; Сп.ол – серпентинизированный оливин; Фл – пластинки флогопита; Ил – ильменит. Образец 591.

Микроскопическое изучение взаимоотношений минералов показало, что состав кимберлитовой породы представлен флогопитом, серпентином, кальцитом, магнетитом, пиропом, оливином, хлоритом, шпинелью, цирконом, ильменитом (рис.9).

Массивная кимберлитовая брекчия, слагающая трубку Айхал, по текстурно-структурным особенностям, составу тяжелой фракции (высокое содержание ильменита) имеет сходство с трубками Комсомольская, Юбилейная, Зарница Алахит-Мархинского кимберлитового поля.

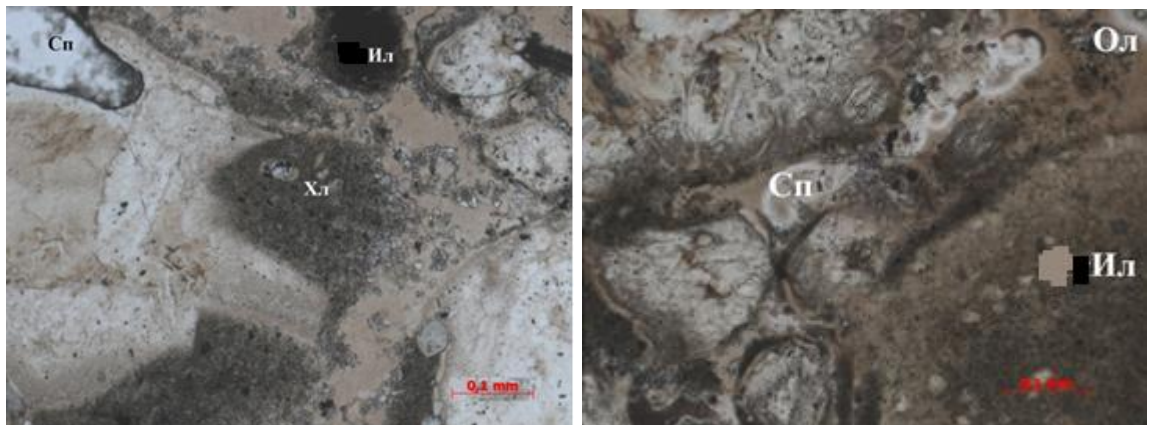


Рисунок 9 - Кимберлитовая брекчия. Порфировая структура

Сп – серпентинит, Ил –ильменит, Хл- хлорит, Ол-оливин. Образец 591.
Увеличение x30. Николи II.

Результаты изучения состава мантийных включений и макрокристов главных породообразующих минералов свидетельствуют о том, что кимберлитовая магма образовалась путем частичного плавления предварительно метасоматически преобразованной породы оливин-хлорит-ильменитового состава [7]. На архейских кратонах такие породы, как правило, залегают на глубинах 35-40 км в основании консолидированной коры непосредственно на вершине мигрирующего к дневной поверхности купола диапира. Подобный вывод хорошо согласуется с геофизическими данными [8] о присутствии в земной коре Алакит-Мархинского кимберлитового поля многочисленных кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов.

Детальный анализ проведенный с помощью настольного порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER подтвердил наличие части описанных выше минералов, также выявил новые-кальцит, лизардит(группа серпентина), магнетит, флогопит, гранат(пироп, андрадит), хлорит-серпентинит, перекрестализованный оливин, шпинель, циркон.



Рисунок 10 – Кимберлитовая брекчия. Содержание минералов в породе. Образец 590.

На данной круговой диаграмме изображено наличие породообразующих минералов характерных для кимберлитовой трубки Айхал Алакит-Мархинского рудного поля (рис.10) [6]. Соотношение породообразующих минералов в кимберлитовой брекчии трубки Айхал характерно для большинства трубок Алакит-Мархинского кимберлитового поля [1, 11, 18].

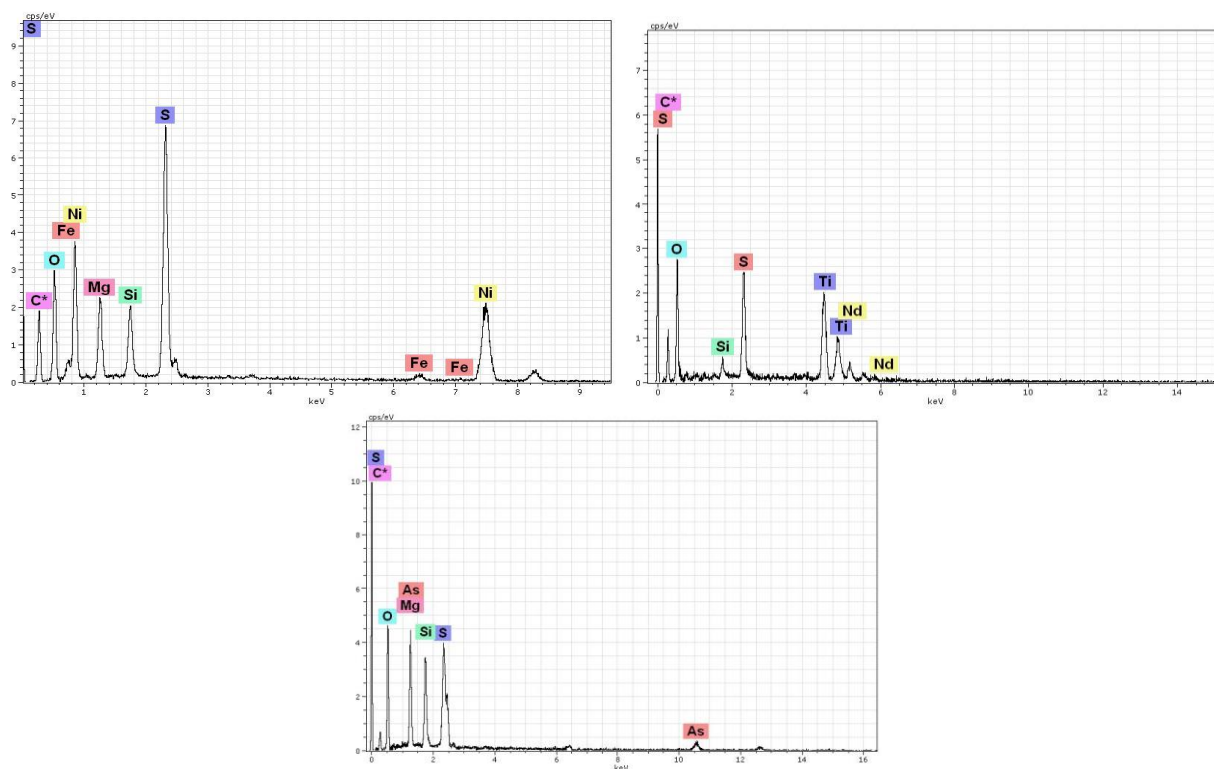


Рисунок 11 – Графики наличия химических элементов в пробе

Исследования показали о присутствие таких элементов как: углерод (C), кислород (O), кобальт (Co), кремний (Si), Неодим (Nd), серу (S), титан (Ti), магний(Mg), никель(Ni), железо(Fe), мышьяк(As) (рис. 11).

После проведенных анализов определяющих минеральный и химический состав пород, можно сделать вывод о соответствии результатов проведенных в порошковом настольном дифрактометре с результатами электронного поляризационного микроскопа указанных выше. То есть наличие химических элементов, характерных для установленных минералов-индикаторов кимберлита [1].

5. Генезис кимберлитов и алмазов Алакит-Мархинского кимберлитового поля

О генезисе кимберлитов и присутствующих в них алмазов существуют самые разнообразные гипотезы [6]. В основе большинства современных гипотез лежит предложение о том, что природные алмазы образуются при тех же термодинамических условиях, при которых производится их синтез, то есть при температурах 1200 – 1300 градусов и давлениях 3 - 4 МПа. Алмазы в кимберлитах кристаллизовались на границе образования минералов хромовой и титановой ассоциаций из остаточных расплавов. На сегодняшний день среди исследователей нет единого мнения ни по генезису, ни по возрасту, ни по местонахождению источников алмазов «нижнеленского» типа. По мнению одних авторов, на основании того, что наиболее древним коллектором с данными алмазами являются прибрежно-морские отложения среднего-верхнего триаса, возраст коренных источников алмазов «нижнеленского» типа обосновывается как триасовый. По мнению других исследователей и др. на основании присутствия в ассоциации алмазов кристаллов с набором признаков древности, возраст первоисточников алмазов «нижнеленского» типа постулируется как докембрийский.

После установления существования коренных источников алмаза в кимберлитах в первых научных гипотезах в конце XIX – начале XX веков обычно предполагалось, что алмаз подобно другим минералам этих пород *образовался в результате внутрикамерной кристаллизации их родоначальных магм* [6]. Они, возможно, были обогащены углеродом за счет внедрения органического вещества вмещающих осадочных толщ. Однако в дальнейшем выяснилось, что с этим предположением не согласуется отсутствие алмаза в других по составу магматических породах, хотя в них иногда присутствует графит, состоящий, как и алмаз, из углерода.

Выполненные в тридцатых годах прошлого столетия Ф.Д. Россини, Р.С. Джессопом, О.И. Лейпунским термодинамические расчеты кривой равновесия графит – алмаз объяснили это противоречие. Они показали

необходимость очень высокого давления для стабильной кристаллизации алмаза. Такое давление существует в мантии на глубине более 120 км. Поэтому он мог присутствовать только в самых глубинных магмах. Кроме того, было установлено, что изотопный состав углерода в алмазах чаще всего резко отличается от такового углистого вещества, нефти, растений и живых организмов и идентичен составу углерода мантийных пород. В связи с этим в середине прошлого столетия широкое распространение получили представления о кристаллизации алмаза на глубинных этапах эволюции ультраосновных и кимберлитовых магм за счет ювенильного углерода, присутствовавшего в этих магмах.

Сначала в соответствии с представлениями о горячем образовании Земли предполагалась кристаллизация алмаза в мантийной ультраосновной или щелочно-ультраосновной магме, из которой возникли кимберлитовые расплавы. Но дальнейшие исследования показали, что включения в алмазе обычно существенно отличаются от наиболее распространенных минералов кимберлитов. Они имеют в среднем большую хромистость и магнизиальность, в них присутствуют минералы, не характерные для кимберлитов – коэсит, санидин, натровые и калиевые клинопироксены. Неожиданно было установлено, что *изотопный возраст* включенных минералов в алмазе чаще всего *является намного более древним, чем вмещающих кимберлитов.*

Алмазы были найдены и в присутствующих в кимберлитах ксенолитах мантийных эклогитов и перидотитов [2]. Эти явления тогда трудно было объяснить с позиций гипотезы магматической кристаллизации алмаза вследствие недостаточности еще знаний о ранней истории Земли и о глубинных геологических процессах. Поэтому появилась и до сих пор является *господствующей гипотезой* о ксеногенной природе этого минерала и заимствовании его кимберлитовыми магмами из алмазоносных мантийных эклогитов и перидотитов. Предполагается, что алмазы кристаллизовались в твердой мантии на ранней стадии эволюции Земли и случайно захватывались

из нее кимберлитовыми магмами при подъеме через мантию. Кимберлитовые магмы лишь выносили алмазы из мантии в верхние части земной коры и не имели никакого отношения к процессам образования этого минерала. Изредка высказываются представления об его магматическом генезисе. Эти главные гипотезы происхождения алмаза основаны на анализе полученных фактических данных по этому минералу, кимберлитам и мантии. Их смена отражает увеличение степени изученности этих геологических объектов.

Применимость этих идей к процессам природного алмазообразования не была обоснована систематическим анализом эмпирических геологических данных. При анализе этих гипотез выясняется, что они находятся в грубом противоречии с этими данными. В монографии Ю.Л. Орлова приведена обоснованная убедительная критика большинства этих гипотез. Поэтому они не получили широкого распространения и подробно не рассматриваются.

Как показал выполненный анализ, несмотря на очень широкое распространение, ксеногенная гипотеза не объясняет многие полученные в последнее время эмпирические данные, а с некоторыми из них находится в грубом противоречии. Непонятно, почему алмаз выносился не любыми мантийными магмами, например основными, как должно быть в случае его ксеногенности, а только богатыми углекислотой кимберлитовыми и, иногда, лампроитовыми. Содержание алмазов в мантийных ксенолитах крайне неравномерное – от полного их отсутствия в подавляющем большинстве до тысячи кристаллов (около пяти объемных процентов) в одном ксенолите эклогита.

Алмазоносные ксенолиты очень редки. Вследствие значительной вязкости кимберлитовых магм (ввиду большого содержания твердых фаз) в них не оседали даже крупные (весом до нескольких килограмм) плотные мантийные ксенолиты. Поэтому высвободившиеся при их предполагаемом разрушении алмазы должны были бы располагаться около них. В однотипных же по петрографическому составу кимберлитах одной и той же трубки распределение алмазов несравненно более выдержанное. Например в

автолитовых брекчиях трубки Юбилейная Алакит-Мархинского кимберлитового поля содержания алмазов в пробах варьируют от 0,01 до 0,05 условных единиц почти на километровую глубину. Трудно найти механизм, обеспечивавший относительно равномерное перераспределение ксеногенных алмазов в крупных объемах кимберлитов. Не до конца определена причина предполагаемого формирования алмазов в бедных углеродом мантийных породах, а не в богатых им (в виде углекислоты) кимберлитовых и в близких к ним по составу расплавах.

В связи с этим, *предполагается привнос* в мантию различных летучих компонентов. Однако, выше были приведены доказательства отсутствия в мантии флюидной фазы и процессов метасоматоза. Если алмаз является ксеногенным, то в общем случае он должен быть химически не равновесен с этими расплавами. Поэтому он должен был бы раствориться еще в глубинных условиях, где высокая температура и присутствие расплава должны были приводить к относительно быстрому достижению химического равновесия между фазами. Характерные для многих алмазов тонкие структуры роста свидетельствуют о кристаллизации их в жидкой среде и противоречат представлениям о формировании в твердых перидотитах и эклогитах. На это же указывает идиоморфизм многих кристаллов алмаза и часто примерно одинаковое развитие зон в разных направлениях в зональных кристаллах.

В случае ксеногенности алмаза не понятна причина индивидуальности кристаллографических форм и размера его кристаллов в каждой трубке, даже если трубки расположены рядом. Особенно сильно гипотезе ксеногенного генезиса алмазов противоречит принадлежность 97 – 99 % включений в алмазах промышленных трубок Якутии к перидотитовому парагенезису, тогда как ксенолиты алмазоносных перидотитов в этих трубках встречаются примерно в 5 раз реже, чем алмазоносных эклогитов.

Нет никаких оснований предполагать, что ксенолиты разного состава имеют различную способность к дезинтеграции [5]. В случае значительных

масштабов обогащения кимберлитов в результате такой дезинтеграции участки кимберлитов с ксенолитами алмазоносных перидотитов и эклогитов должны быть существенно богаче алмазами соответствующего парагенезиса. Однако случаи такого обогащения как будто не известны. Алмазы из ксенолитов и кимберлитов заметно различаются. Для алмазов из эклогитов менее типично присутствие минеральных включений и признаков пластических деформаций, чем для алмазов кимберлитов. Среди них нет округлых кристаллов и почти не встречаются ромбододекаэдры и алмазные агрегаты, типичные для кимберлитов. В мантийных ксенолитах кристаллы алмаза чаще всего представлены октаэдрами, комбинационными формами и кубами.

Алмазы ксенолитов состоят в основном из высокодефектного вещества, характерного для центральных частей кимберлитовых алмазов. В последних существуют также резко зональная промежуточная область и малодефектная периферийная зона.

В алмазах из ксенолитов чаще встречаются искажения морфологии кристаллов, чем в алмазах из кимберлитов. В этих породах отсутствуют алмазы-гиганты, которые в небольшом количестве обычно встречаются в кимберлитах. Не идентичен и минеральный состав включений в алмазах составу эклогитовых и ультраосновных ксенолитов. В некоторых кимберлитовых алмазах установлено присутствие включений карбонатных минералов таких как: кальцита, магнезита, доломита. И раскристаллизованных карбонатитовых и кислых расплавов. Они обычно отсутствуют в ксенолитах алмазоносных перидотитов и эклогитов.

Недавно было установлено присутствие высокого (до 10 кар/т) содержания алмаза в дайках минетт в Канаде, в которых концентрация мантийных минералов на 1 – 2 порядка ниже, чем алмаза. С позиций гипотезы ксеногенного происхождения алмаза и высокобарических мантийных минералов такое низкое содержание последних объяснить очень

трудно, поскольку невероятно, что магмы этих пород захватывали из мантии акцессорный алмаз и почти не захватывали породообразующие минералы.

Исследования последних лет кардинально противоречат главному положению ксеногенной гипотезы об очень древнем архейском возрасте всех алмазов кимберлитов. Было установлено, что по данным U-Pb метода возраст перовскита во включении в алмазе из трубки Сытыканская Алакит-Мархинского поля равен 349 ± 19 млн. лет и почти совпадает с U-Pb датировкой в 344 ± 18 млн. лет для циркона и перовскита из основной массы кимберлитов этой трубки. Молодой возраст был установлен и для оливин-хромитового включения перидотитовой ассоциации в алмазе трубки Мир, что противоречит представлениям о кристаллизации всех алмазов этой ассоциации в архее.

Все это вполне определенно свидетельствует о том, что алмазы кимберлитов не захвачены кимберлитовыми магмами из алмазоносных мантийных перидотитов и эклогитов, а образовались совершенно иным путем. Определить этот путь в некоторой мере позволяют четыре установленных к настоящему времени случая присутствия в одном и том же кристалле включений как перидотитового, так и эклогитового парагенезисов. Так, в центральной части кубооктаэдра из трубки Им. 23 съезда КПСС находится включение эклогитового парагенезиса, а в промежуточной – оливина перидотитового парагенезиса.

В твердой мантии кристаллизовавшийся алмаз не мог перемещаться из эклогитов в перидотиты и наоборот. Поэтому нахождение в кристаллах алмаза включений различных парагенезисов свидетельствует о кристаллизации его в эволюционирующей по составу среде. На существование такой эволюции указывает и изменение морфологии кристаллов алмаза в процессе роста, например, широко распространенное нарастание кубической фибрилярной оболочки на более ранние октаэдрические кристаллы. В условиях высокотемпературной бедной летучими компонентами мантии единственной эволюционирующей по

составу средой при изменениях температуры и давления является расплав. Следовательно, алмаз кристаллизовался в расплавах, как и предполагалось в ранних гипотезах его раннемагматического происхождения.

Таким образом, гипотезы о генезисе алмазов, высказанные разными исследователями, весьма противоречивы; этот вопрос является одним из наиболее дискуссионных в геологической науке. В настоящее время большинство исследователей придерживаются этой точки зрения, полагая, что алмаз – магматический минерал, кристаллизующийся на глубине в щелочно-ультраосновной магме, из которой образуются кимберлитовые породы.

Установленная преимущественная связь кимберлитов с субмеридиональными зонами тектонических нарушений и повышенная алмазоносность их в этих зонах определялась существованием западного дрейфа континентов. Тектонические условия, существовавшие при таком внедрении кимберлитовых магм, целесообразно выделять как геодинамическую обстановку дрейфогенного дробления континентальной литосферы [11].

6. Социальная ответственность при проведении геологоразведочных работ

Многолетний опыт работ на северных территориях показал, что при всех видах геологоразведочных работ характерно интенсивное воздействие на биосферу, затрагивающее практически все ее элементы: водный и воздушный бассейны, землю, недра, растительный и животный мир. Это воздействие может быть как непосредственным (прямым), так и косвенным, являясь следствием первого.

В данной главе рассматривается производственная и экологическая безопасность при выполнении геологоразведочных работ по добыче.

6.1 Производственная безопасность

При проведении геологоразведочных работ обязательно нужно учитывать опасные и вредные факторы (ГОСТ 12.0.003-74[27]), для данного проекта приведенные в табл.1.

6.1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Полевые работы

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

При геологоразведочных работах используются движущиеся механизмы буровой установки, а также оборудование, которое имеет острые кромки (породоразрушающий инструмент), используются различные виды электрооборудования, а также легковоспламеняющиеся жидкости (дизельное топливо, смазки). Все эти опасные факторы могут привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. При работе с оборудованием происходят различные виды травматизма. Непосредственными причинами травм могут служить вращающиеся части различных устройств, износ каната, воздействия гидравлического масла под

Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы в Алакит-Мархинском кимберлитовом поле.

Таблица 1

Этапы работ	Наименование запроектованных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74), [24]		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
1	2	3	4	5
Полевые работы	<p>1. Бурение скважин станками СКБ – 5 и НУДХ - 4</p> <p>2. Геологические работы (опробование)</p>	<p>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов</p> <p>2. Электрический ток</p> <p>3. Пожароопасность</p>	<p>1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе</p> <p>2. Превышение уровней шума и вибрации</p> <p>3. Повреждение в результате контакта с дикими животными, насекомыми, пресмыкающимися</p> <p>4. Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны</p>	<p>ГОСТ 12.2.003-91</p> <p>[24]</p> <p>ГОСТ 12.1.019-79</p> <p>[26]</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83</p> <p>[24]</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90</p> <p>[28]</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82</p> <p>[29]</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88</p> <p>[27]</p>

Камеральные работы	1. Обработка полевых материалов, составление отчета и графических приложений	1. Электрический ток 2. Пожароопасность 3. Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	ГОСТ 12.1.006-84 [32] ГОСТ 12.1.045-84 [33] ГОСТ 12.1.019-79 [26] ГОСТ 12.1.038-82 [29] СанПиН 2.2.4.548-96 [41] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [40] СНиП 23-05-95 [38] СНиП 21-01-97 [34] ГОСТ 12.1.004-91 [31] ГОСТ 12.1.005-88 [327]
--------------------	--	---	--	--

давлением, неправильная эксплуатация или неисправное оборудование, механизмы, инструменты, устройства блокировки, сигнализирующие приспособления и приборы. Монтажно-демонтажные работы осуществляются в соответствии со схемой и технологическими регламентами, утвержденными главным инженером. Буровая установка должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 [25].

Мероприятия по устранению опасного фактора:

Руководство буровыми работами на агрегатах возлагается на буровых мастеров. До пуска бурового агрегата в эксплуатацию проверяется работа всех механизмов и грузоподъемность буровой вышки. По окончании проверки и устранении всех недостатков, составляется акт технической

готовности буровой к работе. Рабочая площадка бурового агрегата должна иметь подъездные пути, обеспечивающие беспрепятственный подъезд к ней. К обслуживанию буровых станков, насосов и другого оборудования, допускаются машинисты буровых установок и их помощники, имеющие соответствующие права. Допуск к обслуживанию агрегатов и механизмов разрешается после прохождения инструктажа по технике безопасности и медицинского освидетельствования. Все электрооборудование заземляется в соответствии с требованиями “Правил безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”.

Обслуживание электрооборудования выполняется лицами, имеющими соответствующие удостоверения и группу допуска по электробезопасности не ниже III. Бурильщики должны иметь группу допуска не ниже II. Транспортировка блоков бурового агрегата при перевозках, ликвидация аварий, выполнение специальных работ и различных исследований осуществляется при непосредственном участии бурового мастера. Расстановка бурового оборудования производится с соблюдением всех безопасных расстояний и должна соответствовать утвержденной схеме расстановки. Строительно-монтажные работы, эксплуатация бурового оборудования и инструмента, механическое колонковое бурение, ликвидация аварий, цементация скважин проводятся в соответствии с требованиями “Правил безопасности при геологоразведочных работах (раздел V)”.

Электрический ток

Электронасыщенность геологоразведочного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент (электроуровнемер, электронасосы, компрессор и другие).

Поражение электрическим током может произойти при прикосновениях: к токоведущим частям, находящимся под напряжением; отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения; к металлическим

нетоковедущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

Нормативными документами являются ГОСТ 12.1.019-79 [26]; ГОСТ 12.1.038-82 [29].

Мероприятия по устранению опасного фактора

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозщитные средства, сигнализация и плакаты. Для обеспечения недоступности токоведущих частей оборудования и электрических сетей применяют сплошные ограждения (кожухи, крышки, шкафы и т.д.). Для защиты от поражения электрическим током, при работе с ручным электроинструментом, переносными светильниками применяют пониженные напряжения питания электроустановок: 42, 36 и 12 В. При обслуживании и ремонте электроустановок и электросетей обязательно использование электрозщитных средств, к которым относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки, боты, калоши, коврики, указатели напряжения.

Пожарная безопасность

Выполнение мер пожарной безопасности на всех объектах, предусматривается в строгом соответствии с “Правилами пожарной безопасности для геологоразведочных организаций и предприятий”. Ответственность за пожарную безопасность на объектах возлагается на технических руководителей работ. У всех работающих ежегодно будет проводиться проверка знаний пожарной безопасности. Один раз в полугодие предусматривается проводить практические занятия с членами ДНД и рабочими непосредственно на объекте работ. Также предусматривается ежемесячно проводить проверку состояния пожарной безопасности, наличие противопожарного инвентаря и его исправность на всех объектах. В

праздничные дни будет организовано круглосуточное дежурство членов ДНД на базе партии: ГОСТ 12.1.004-91 [31].

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего, происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Мероприятия по борьбе с пожарами

1. При пожаре в здании необходимо обесточить здание. Для эвакуации людей, застигнутых пожаром, выбирают наиболее безопасные пути - лестничные клетки, двери, проходы.

2. При несчастном случае необходимо оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, по возможности организовать его доставку в больницу.

Категория камеральных помещений по пожарной опасности «В», согласно НПБ 105-03 (производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов – деревянная мебель, канцелярские товары) [34].

Для предотвращения распространения огня в производственных помещениях и сооружениях используют противопожарные стенды, и зоны, огнестойкие перегородки, противопожарные перекрытия и двери; помещения, содержащие легковоспламеняющиеся пары и жидкости, должны иметь вентиляцию, отвечающую всем установленным правилам.

Спасение людей при пожаре - важнейшее действие пожарной команды. Оно связано с обеспечением безопасности движения людей по эвакуационному пути за пределы здания. С этой целью должны соблюдаться требования СНиП 21.01.-97 [37] к проектированию размеров лестничных клеток, коридоров, дверей с учетом времени эвакуации людей из самой

отдаленной части помещения. Так же обязательное присутствие на предприятии «Плана эвакуации».

Для размещения первичных средств пожаротушения устраивают специальные пожарные щиты. В камеральном лабораторном помещениях обязательен огнетушитель ОП-5(З).

Все производственные, складские, административные и вспомогательные здания и помещения обеспечивают связью (пожарной сигнализацией, телефоном и др.).

Камеральные работы

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое, биологическое и механическое действие.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током в геологии - нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79 [26].

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: устройство заземления, организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования помещения; обеспечение недоступности условий, создающих повышенную или особую опасность.

Мероприятия по устранению опасного фактора

В целях защиты необходимо применять следующие меры: защитное заземление (сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом). Перед началом работы необходимо: проверить наличие и исправность заземления, включить рубильник электрическое питание компьютеров,

на которых планируется выполнение работ согласно ГОСТ 12.1.030-82. [36].

6.1.2. Анализ вредных факторов воздействия и мероприятия по их устранению

Полевые работы

Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение. Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. При отклонение показателей климата на открытом воздухе, рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, которые предусмотрены отраслевыми нормами и соответствуют времени года.

Мероприятия по устранению вредного фактора

Предотвращение переохлаждения и его последствий осуществляется разными способами. В полевых условиях это: рациональный режима труда и отдыха, сокращение рабочего дня и введение перерывов для отдыха в зонах с благоприятными метеорологическими условиями, а также использование средств индивидуальной защиты (спецодежды, специальной обуви, средств защиты рук и головных уборов). Организация рационального питьевого режима. При работе на открытом воздухе для людей используют тепляки, утепленные жилые и производственные вагончики.

Превышение уровней шума и вибрации

Вибрация возникает при работе буровым оборудованием. Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16 - 250 Гц. Согласно ГОСТ 12.1.012-90 [28], следует, что при 16 Гц допустимый уровень виброскорости будет равен 101 дБ. В результате развития вибрационной болезни

нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Допустимые и фактические уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука.

Таблица 2

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ., в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	87	82	78	75	73	71	69	80

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками (СКБ-5), машинами (ЗИЛ, КАМАЗ, КрАЗ). В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Предельно-допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 [27] таблица 4. Уровень шума не должен превышать значения в 85 дБА.

Допустимые и фактические уровни виброскорости

Таблица 4

Вид вибрации	Уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц и звука и эквивалентные уровни звука, дБА									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

Мероприятия по устранению вредного фактора

Профилактика вибрационной болезни включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера. Это уменьшение вибрации в источниках, т.е. применение

пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок, виброгасителей, своевременная смазка и регулировка оборудования и внедрение рационального режима труда и отдыха согласно ГОСТ 12.4.024-86. Основные мероприятия по борьбе с шумом: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов, экранирование шума.

Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны

При проведении полевых работ загазованность рабочей зоны происходит в связи с применением буровых установок, автомобилей, а также близости автомобильной дороги к площадке строительства. При этом вредными веществами являются дизельное топливо и бензин.

В процессе работ выделяются следующие вредные газы, представленные в таблице 3.

Для контроля за содержанием вредных веществ в воздухе проводится отбор проб и сравнение их с ПДК. При наличии в воздухе нескольких вредных веществ контроль воздушной среды проводится по наиболее опасным веществам.

При повышенной концентрации углеводородов у работающих возможно раздражение слизистых оболочек и кожи, головная боль. При повышенной концентрации эфиров: раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей и глаз, поражение печени и почек.

Как средство защиты рекомендуется применять спецодежду (пневмокуртки).

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88 [30])

Таблица 4

Наименование вещества	Значение ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Кремнесодержание пыли: -кремния двуокись кристаллическая, содержание ее в пыли более 70% (кварц, дипас, кристаболит, тридиболит и др.)	1	III
	2	III

-кремния двуокись кристаллическая, содержание ее в пыли от 10 до 70 % (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродистая пыль и др.)	4	III
-кремния двуокись кристаллическая, содержание ее в пыли менее 10% (глина, медносельфидные руды, углеродная иугольная пыль и др.)		
Окислы азота (в пересчете на NO ₂)	5	III
Углерода окись	20	IV
Масла минеральные (нефтяные)	5	III
Сероводород	10	II
Углеводороды в пересчете на С	300	IV

Камеральные работы

Отклонение показателей микроклимата в помещениях

Микроклиматические параметры (температура, влажность, скорость движения воздуха) для помещений оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и на надежность работы ПЭВМ.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. В СанПиН 2.2.4.548-96 [38] указаны оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести. Отопление помещений проектируется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91 [36].

Мероприятия по устранению вредного фактора

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ПЭВМ необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию. В помещениях с ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений с ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Таблица 5

Сезон года	Категория работ	Температура □С	Относительная влажность,%	Скорость движения воздуха, м\сек
Холодный и переходный	Ia легкая	22-24	40 - 60	0,1

Продолжение таблицы 5				
Теплый	Ia легкая	23-25	40 - 60	0,1-0,2

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Оценка освещенности рабочей зоны необходима, для обеспечения нормативных условий работы в помещениях проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [39]. В помещении, где находится рабочее место, есть естественное и искусственное освещение. Естественная освещенность нормируется коэффициентом естественного освещения (КЕО). Недостаток света на рабочем месте приводит к ухудшению концентрации внимания, снижению работоспособности мозга и общей усталости организма.

Мероприятия по устранению вредного фактора

Производственное освещение должно отвечать следующим требованиям:

- 1) спектральный состав света, создаваемого искусственными источниками, должен приближаться к естественному;
- 2) уровень освещенности должен соответствовать гигиеническим нормам;
- 3) должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещения.

Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Таблица 6

Наименование рабочего места	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе освещенности, КЕО, %	
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	Фактически	Норм. значение
1	2	3	4	5	6

Рабочий кабинет,	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	≥ 300
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	≥ 300
Помещения для работы с дисплеям, залы ЭВМ	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	≥ 300

Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны

При обработке проб в лабораторных условиях, при работе с сыпучими материалами и химическими реактивами возможно вредное воздействие пыли и паров реактивов на организм человека, ПДК пыли равна 6-10 мг/м³ (ГОСТ 12.1.005-88 [30]). Для защиты работающих от вредного воздействия этих факторов рекомендуется применять средства индивидуальной защиты - противопылевой респиратор У-2К, халат, перчатки, а также мази и пасты.

Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – пневмокониозы. При вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния (SiO₂), развивается наиболее известная форма пневмокониоза – силикоз.

6.2. Экологическая безопасность

Геологоразведочные работы, как и другие виды производственной деятельности человека, наносят вред геологической среде.

Воздействие на недра и почвы

Временное воздействие проектируемых работ на недра связано с проходкой буровых скважин; отбором части добытых горных пород в качестве проб для анализов и технологических испытаний. При оборудовании площадок под буровые работы воздействие на почвенный слой незначительные. С целью уменьшения воздействия проектируемых работ на почвы и максимального

сохранения поверхности в ее естественном природном состоянии предусматривается следующее:

1. Рациональное размещение на местности сети разведочных линий, площадок под буровые скважины и подъездных путей к ним с максимальным использованием существующей системы дорог.

2. Предварительное снятие плодородного почвенного слоя при подготовке площадок для буровых скважин на глубину 0,3 м со складированием вблизи площадок и последующей обратной укладкой почвенного слоя после ликвидации скважин.

3. Очистка буровых площадок от мусора, заравнивание подъездных путей и сдача землепользователям по акту.

4. Передвижение техники, транспортировка персонала и грузов к месту работ по существующим дорогам.

5. Пробуренные скважины после документации керна ликвидируются с тампонажем глинистым раствором и установкой пробки в соответствии с требованиями «Временной инструкции по проведению ликвидационного тампонирования геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые».

Воздействие на атмосферу – максимальные уровни загрязнения будут наблюдаться непосредственно в зоне проведения работ, но уже при удалении на расстояния порядка 200 м они быстро снижаются и становятся заметно ниже нормативов, установленных для атмосферного воздуха населенных мест.

Оценка ущерба животному миру (биологическим компонентам экосистемы) в настоящее время в отечественной практике наиболее слабо разработана и настоящим проектом не оценивается ввиду отсутствия необходимых для расчетов данных и сведений. Оценивая возможное влияние проектируемых ГРП на животный мир, можно сказать следующее:

1. Основные виды работ будут проводиться в зимний период времени, когда большинство видов животных уже эмигрируют в более благоприятные

для кормления районы, и, следовательно, влияние на них фактора беспокойства будет минимальным.

2. Плотность популяций ценных видов животных в районе планируемых работ невысока, в силу чего проводимые работы не окажут на них значительного влияния. Нормативными документами являются ГОСТ 17.0.0.02-79 [42], ГОСТ 17.4.3.02-85[40].

6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров. Общие требования пожарной безопасности изложены в Федеральном законе Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего, происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организациях и на предприятиях являются руководители или лица, исполняющие их обязанности. В эти обязанности входит:

- обеспечивать своевременное выполнение противопожарных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации подчиненных им объектов; – организовать пожарную охрану и добровольные пожарные дружины на вверенных им мероприятиях;
- следить за выполнением соответствующих норм и правил пожарной безопасности и указаний вышестоящих органов по вопросам пожарной охраны;
- предусматривать необходимые ассигнования для содержания пожарной охраны и выполнения противопожарных мероприятий;

– контролировать боеготовность пожарных частей и добровольных пожарных дружин; – назначать ответственных за обеспечение пожарной безопасности цехов, установок, участков, баз, складов, зданий и сооружений.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей.

Весь пожарный инвентарь должен быть окрашен в красный цвет. Комплект пожарного ручного инструмента размещают на щите, который вывешивают на видных и доступных местах.

В полевом лагере необходимо иметь комплект противопожарного оборудования и первичные средства пожаротушения (бочки с водой, ящики с песком, пенные огнетушители, топоры, лопаты).

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Все работники, вновь принимаемые на работу, проходят медицинскую комиссию и вводный инструктаж в отделе охраны труда. Все остальные виды инструктажей (первичный, повторный, внеплановый и целевой) проводятся непосредственно на участках. В колдоговоре оговорен перечень профессий рабочих, служащих, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, а также перечень профессий рабочих, служащих, занятых на работах с особо тяжелыми и особо вредными условиями труда, которым предусмотрены выдача молока и лечебно - профилактического питания (ЛПП), согласно, действующих правил. Все рабочие, занятые на работах с вредными и особо вредными условиями труда, полностью обеспечиваются спецодеждой и спец обувью, а также средствами индивидуальной защиты, согласно, утвержденных норм, и проходят медицинский профосмотр.

Лаборатория должна быть оснащена современной лабораторной мебелью, вытяжными шкафами. Рабочее место должно быть хорошо освещено: недалеко от окон и иметь осветительные лампы. Рабочий стол лаборатории должен быть приспособлен к условиям работы, оборудован водопроводными кранами и водостоком.

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

объекту производился с использованием действующих нормативных документов - ССН-84, ССН-92, и СНОР -93, и в соответствии с «Инструкцией по составлению проектов и смет на ГРР» (1986-93) [44, 45].

В сметно-финансовых расчетах (СФР) принимались следующие поправочные ко-эффициенты: *к заработной плате* - районный -2.0; высокогорный - нет; безводный – нет, общий – 2.0.

Поправочные коэффициенты, учитывающие *нормы транспортно-заготовительных расходов*, устанавливаются по опыту работ подразделений АК «Алроса» ПАО и составляют не более 20% от стоимости материалов и амортизации оборудования. В СФР приняты следующие значения $K_{ТЗР}$:

1. по материальным затратам - $K_{ТЗР} = 1,105$
2. по амортизации - $K_{ТЗР} = 1,100$

Прочие затраты, не учтенные вышеуказанными справочными материалами, оценивались прямым расчетом на основании Укрупненных (УКР) и порайонных (ПКР) комплексных расценок, разработанных для конкретных условий проведения геологических исследований.

Лимиты накладных расходов и плановых накоплений принимаются в соответствии с циркулярным письмом МПР от 25.11.2016 г. в размере не более 20 %, по обеим позициям. В настоящей смете лимиты накладных расходов приняты в размере 10%; плановых накоплений – 7%. Интегральный поправочный коэффициент, учитывающий лимиты плановых накоплений и накладных расходов $K_{н.р.п.н} = 1.177$.

Калькуляция затрат выполнена в базовом варианте по государственным расценкам СНОР-93 и в текущих ценах на момент проектирования. Для перевода базовых расценок в текущие (2-й квартал 2016 г.) применялись индексы изменения цен (индексы удорожания), величина которых устанавливается Комитетом по ценообразованию РФ, и применяется согласно

методическому положению об индексации затрат на геологоразведочные работы. В частности, для перевода базовых цен в текущие применены расчетные индексы, учитывающие инфляционные процессы для конкретных видов ГРР. Принятая индексация может быть откорректирована по фактическому началу работ по проекту.

Калькулирование затрат в рамках настоящей сметы осуществлено по видам работ, приведенным в сводной таблице №8 геолого-методической части проекта.

Сводный расчет сметной стоимости геологоразведочных работ

Таблица 7

№№ рас-чета по сме-те	№ п/п	Наименование видов работ и дополнительных затрат	Ед. изм.	Объем работ по про-екту	Кол-во расчетных единиц по проекту (смена, бригада)	Стои-мость расчетно й единицы СНОР-93 в руб.	Общая стоимость работ по расчетам СНОР-93	Расчет-ный индекс измене-ния цен на IV кв. 2016 г.	Всего затрат с учетом индекса, в руб. (гр.8 × гр.9)	Стои-мость ед. работ по СНОР-93, в руб. (гр.8 / гр.5)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	I	Основные расходы								
	A	Собственно ГРР, в т. ч.:								
1	I	Подготовительные работы и проектирование, в т.ч.:	руб						1229867	
	1.1	Проектирование	про-ект	1	12,8 ч/мес	32550	416548	2,049	852257	416548
1.1	1.2	Предполевое де-шифрирование АФС	дм ²	359,3	201,2 чел/см	1670	336004	1,124	377610	952
	2	Полевые работы:								
1.2	2.1	Наземные поиско-вые маршруты	пог. км	4560	185,4 чел/см	2833	525238,2	0,959	503703	116
1.3	2.2	Отбор проб-протолок	пог. км.	142,5	5,79 чел/см.	2833	16403	0,959	15731	115
1.3	2.3	Шлиховое опробо-вание	проба	2189	250,9 чел/см	2602	652842	0,959	626075	298
	2.4	Буровые работы								
	2.4.1	Бурение скв. с от-бором керна D-76, в нормализованных условиях	м	7636	872.9	13435	11727412	1.350	15832006	1536
	2.4.2	Бурение скв. с от-бором керна D-76, в ненормализо-ванных условиях	м	513	80.75	13435	1084876	1.350	1464583	2115
	2.4.3	Бурение скв. без отбора керна D-93, в нормализованных условиях	м	3086	511.4	16371	8372129	1.350	11302375	2712
	2.4.4	Монтаж-демонтаж буровых скважин	скв	62	18.36	11621	213362	1.407	300200	4842
	2.4.5	Гампонаж кондукт. скважин глиняными шариками	гамп.	62	12.38	10661	132132	1.407	185909	2131

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2.10	Мелкообъемное опробование	проба	92	112,76 чел/см	1043	117609	0,978	115021	1278
	2.11	Керновое опробование буровых скважин	м.	1050 2	1712,2	3214	550323	0,978	538216	524
2.1	2.12	Отбор и обработка проб-протолочек	проба	285	368,1 чел/см	2532	933067	0,862	804304	32739
2.3	2.13	Полевая камеральная обработка материалов	1 ном. лист	1,1	80,96 чел/см	12473	1009814	0,907	915901	918013
2.2	2.14	Переезды поисковых групп сплавом на моторной лодке типа «Казанка»	100 км	2,85	45,2 чел/см	4145	187354	0,643	120469	65738
	2.15	Переезды поисковых групп вертолетом Ми-8	1 переезд	37	148 чел/см	1116	165147	0,643	106190	4463
	2.16	Содержание радиостанции «Ангара»	рад/мес	12	304,8 чел/см	1390	423690	0,978	414369	35308
	3	Технологическое строительство:								
3.2	3.1	Устройство ВПП для МИ-8	площадка	15	15	621	9315	0,865	8057	621
3.3	3.2	Устройство радиомачт	шт.	19	19	472	8968	0,865	7757	472
3.4	3.3	Строительство деревянных оснований под 6-местные палатки	шт.	54	54	3180	171720	0,865	148538	3180
3.5	3.4	Устройство туалетов на 1 очко	шт.	18	18	2928	52704	0,865	45589	2928
	3.5	Устройство помойных ям	шт.	18	18	2858	51444	0,865	44499	2858
		ИТОГО ПОЛЕВЫХ РАБОТ:							333194 92	
	4	Организация (1,5×2)%	руб						999585	
	5	Ликвидация (1,2×2)%	руб						799668	
	6	Лабораторные исследования:	руб						416350	
	6.1	Расширенный комплекс специализированных минералогических исследований	%	100	256,92 чел/см	1657	425716	0,978	416350	4257

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	7	Камеральные работы:	руб						261000	
3.1	7.1	Окончательная камеральная обработка материалов, составление отчета	100 %	100	5,4 чел/м	32350	174690	0,966	169000	1747
	7.2	Ввод и обработка данных на ПК отчетных материалов в электронном варианте	%	100	68,6 чел/см	1626	111512	0,824	92000	1115
		ИТОГО СОБСТВЕННО ГРР:	руб						37025962	
	Б	Сопутствующие работы и затраты, в т. ч.:	руб						4110000	
	8	Строительство временных зданий и сооружений								
	8.1	Строительство жилых балков	шт.	3	3	315998	947994	0,865	820000	3159 98
	8.2	Строительство бани-балка	шт.	1	1	328007	328007	0,865	284000	3280 07
	8.3	Строительство деревянных оснований под 10-местные палатки	шт.	2	2	32958	65916	0,865	57000	3295 8
	8.4	Обустройство стеллажей	шт.	4	4	4281	17124	0,865	15000	4281
	9	Транспортировка грузов и персонала (наемным транспортом)								
	9.1	Вертолетом Ми-8	лет/час	126,3	126,3	26462	3342151	0,878	2934000	2646 2
		ИТОГО основных расходов (А+Б):	руб				6158260 1		4113596 2	
		в т. ч. авиация:					3342151		2934000	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	II	Накладные расходы 10, %	руб						411359	
	III	Плановые накопления 5%	руб						226247	
	IV	Компенсируемые расходы и затраты:	руб						181500	
	10	Производственные командировки	%	100			268850	1,0	269000	
	11	Полевое довольствие 7%	руб				872372	-«-	872000	
	12	Доплаты и компенсации 5%	Руб				623073	-«-	623000	
	13	Охрана недр и окружающей среды	руб				51143	1,0	51000	
		ИТОГО (I-IV)	руб						493271	
									36	
	V	Договорные работы по проведению спец. лабораторно-технологических исследований	руб				342800	1,0	343000	
		ИТОГО ПО РАСЧЕТУ (I-V)	руб						496701	
									36	
	VI	Резерв 3%							149010	
									4	
		ВСЕГО ПО ОБЪЕКТУ БЕЗ НДС:	руб						511602	
		в т.ч. авиация:	руб						2934.9	
		НДС 18%	руб						920884	
									3	
		ИТОГО с НДС:	руб						603690	
									83	

Расчет № 1

Сметной стоимости проектирования и подготовительного периода
(12.8 чел/мес)

Таблица 8

№№	Наименование расходов	Ед. изм.	Кол-во	Цена за единицу или зарплата в ценах СНОР-93	Всего в ценах СНОР-93		Индекс с изменения цен	Сумма расходов с учетом индекса
					базовые	С учетом коэф-та 2,0		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основная заработная							
	1) Начальник	ч/мес.	1	14945	14945	29280		
	2) Геолог I кат	ч/мес.	2	12936	25872	51744		
	3) Геолог 2 кат	ч/мес	3	11424	34272	68544		
	4) Экономист I кат	ч/мес	2	8000	15999	31998		
	5) Техники 1-2кат	ч/мес	4.8	6265	30312	60624		
	ИТОГО:	ч/мес	12.8		121400	242800	2,046	496768.8
2	Дополнительная зарплата (к=0,079) 7,9% к осн. з-п					19180		
	ИТОГО оплата труда:					261980	2.046	536011,1
3	Начисления на оплату (31 %)					81213,8		
	ИТОГО; п.п. 1-3 (ФОТ)					343193,8		702174,5
4	Материалы (K=0.05) (5% от 1+2) x 1.105					13099		
5	Услуги со стороны (15 % от 1 + 2)					39297		
	ИТОГО основных рас-					416548	2.046	852257.2
10	Сметная стоимость единицы					32550		66582.6

Расчет №2

Основные расчеты на единицу работ

1. Колонковое бурение скважин Д до 132 мм, кат. 1V - VI, глубина. до 200 м С отбором керна в нормализованных условиях.

2. Бескерновое бурение скважин Д до 132 мм, кат. VIII-IX, глубина. До 200 м. Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда:

Безводность.- нет, районный- 2,0, высокогорность- нет, общий- 2,0.

К материальным затратам: индекс _____, ТЗР_1,105, общий-1,105 К амортизации: индекс, ТЗР-1,100 , общий-1,100

Таблица 9

Показатели норм	1		2	
	Таб.	Стр.	Таб.	Стр.
	Норма СНОР-93	С учетом коэф-фициента	Норма СНОР-93	С учетом коэф-фициента
1	2	3	4	5
1. Затраты на оплату труда	1958	3916	1968	3936
2. Отчисления на соц. нужды (39%)	812	1624	817	1634
3. Материальные затраты	6165	6812	8798	9721
4. Амортизация	980	1083	982	1080
Всего в смену	9915	13435	12565	16371

Расчет №3

Основные расчеты на единицу работ

1. Тампонирование кондукторов глиной

2. Оборудование устьев скважин

превентором

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда:

Безводность.- нет, районный- 2,0, высокогорность- нет, общий- 2,0.

К материальным затратам: индекс _____, ТЗР__1,105, общий-1,105

К амортизации: индекс, ТЗР-1,100, общий- 1,100

Таблица 10

Показатели норм	1		2	
	Таб.	Стр.	Таб.	Стр.
	Норма СНОР-93	С учетом коэф- фициента	Норма СНОР-93	С учетом коэф- фициента
1	2	3	4	5
1. Затраты на оплату труда	1966,90	3933,8	9727,3	19454,6
2. Отчисления на соц. нужды (39%)	767,09	1534,18	3793,7	7587,4
3. Материальные затраты	4276	4724,98	5674	6269,8
4. Амортизация	425	467,5	0	0
Всего в смену		10661		33311,8

Расчет №4

Основные расчеты на единицу работ

1. Монтаж-демонтаж и перемещение буровых установок одним блоком

2. Привязка устьев скважин

Поправочные

коэффициенты: К

затратам на оплату труда:

Безводность.- нет, районный- 2,0, высокогорность- нет, общий- 2,0.

К материальным затратам: индекс _____, ТЗР__1,105, общий-1,105

К амортизации: индекс, ТЗР-1,100, общий- 1,100

Таблица 11

Показатели норм	1		2	
	Таб.	Стр.	Таб.	Стр.
	Норма СНОР-93	С учетом коэф- фициента	Норма СНОР-93	С учетом коэф- фициента
1	2	3	4	5
1. Затраты на оплату труда	3553,95	7107,9	28871,94	57743,88
2. Отчисления на соц. нужды (39%)	1386,04	2772	11260,05	22520,1
3. Материальные затраты	14718	16263,39	4750	5248,75
4. Амортизация	3067	3373,7	991	1090,1
Всего в смену		11621		3409,6

Расчет №5

Основные расчеты на единицу работ

1.Обработка проб, 1бр/см

2.Полный минералогический анализ

пород, 1мес. Поправочные

коэффициенты:

К затратам на оплату труда:

Безводность.- нет, районный- 2,0, высокогорность- нет, общий- 2,0.

К материальным затратам: индекс _____, ТЗР__1,105, общий-1,105

К амортизации: индекс, ТЗР-1,100, общий- 1,100

Таблица 12

Показатели норм	1		2	
	Таб.	Стр.	Таб.	Стр.
	Норма СНОР-93	С учетом коэф-фициента	Норма СНОР-93	С учетом коэф-фициента
1	2	3	4	5
1. Затраты на оплату труда	12342,44	24684,88	14527,33	29054,66
2. Отчисления на соц. нужды (39%)	4813,55	9627,1	5665,66	11331,32
3. Материальные затраты	33590	37117	28840	31868,2
4. Амортизация	3637	4000,7	4221	4643,1
Всего в смену		2969,7		30274,5

Расчет №6

Основные расчеты на единицу работ

1. Окончательная камеральная обработка материалов

2. Компьютерное

сопровождение

Поправочные

коэффициенты:

К затратам на оплату труда:

Безводность.- нет, районный- 2,0, высокогорность- нет, общий- 2,0.

К материальным затратам: индекс _____, ТЗР__1,105, общий-1,105

К амортизации: индекс, ТЗР-1,100, общий- 1,100

Таблица 13

Показатели норм	1		2	
	Таб.	Стр.	Таб.	Стр.
	Норма СНОР-93	С учетом коэф- фициента	Норма СНОР-93	С учетом коэф- фициента
1	2	3	4	5
1. Затраты на оплату труда	30206,47	60412,94	7277,33	14554,66
2. Отчисления на соц. нужды (39%)	11780,5	23561	2818,66	5637,32
3. Материальные затраты	3632	4013,36	302	333,71
4. Амортизация	0	0	237	260,7
Итого основных расходов в месяц		87987,3		20786,39
Всего в смену (25,4)		3464,06		818,36

**Перечень индексов изменения стоимости
по видам геологоразведочных работ, рассчитанных по СНОР-93
на 16-17 год**

Таблица 14

№№ пп	№СНОР № табл № стр				Наименование работ	Индекс изменения
1	2				3	4
1	1	1	1	1	Сбор информации	2,049
2	1	1	1	2	Систематизация сведений	1,982
23	1	1	5	5	Геологическая документация керна горных пород Стационарные (круглогодичные) работы у буровой сква- жины (без радиометрических исследований)	1,800
4	1	2	1	1	Составление обзорной карты. Составление графической и текстовой части проектов	2,015
5	1	2	1	3	Составление карты фактического материала. Составление графической и текстовой части проекта	2,010
6	1	2	1	4	Составление текстовой части проекта	2,039
8	1	5	1	28	Отбор проб из керна буровых скважин (ручной способ)	1,559
9	1	5	1	31	Отбор групповых проб	1,446
10	1	5	1	34	Обработка начальных проб с использованием многоста- дийного цикла дробления- измельчения (машинно-ручной способ)	0,990
11	1	5	1	43	Обработка лабораторных проб (ИВ-3)	1,591
13	2	2	1	3	Составление смет	2,011
14	5		8	7	Бурение СБУ роторн типа, диам до 132 мм (0-30)	1,350
15	5	2	8	7	Вспомогательные работы, кроме ... (гр 0-30) d до 132 мм	1,429
16	5	1	24	1	Монтаж-демонтаж (0-25)	1,407
17	7		1	1	Физико-химические анализы	1,019
					Топогеодезические работы	
20	9		3	52	Проложение теодолитных ходов	1,617
21	9		3	55	Аналитическая привязка скважин	1,442

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была собрана и проанализирована специализированная литература. Изучены закономерности формирования Алакит-Мархинского кимберлитового поля, которое располагается в пределах Вилюйского плато восточной части Среднесибирского плоскогорья. Проводимые ранее работы включают в себя геологическое, геофизическое и геохимическое изучение, благодаря которым выявлено 63 кимберлитовых трубки и ряд жильных образований.

В геологическом строении территории принимают участие палеозойские осадочные образования кембрийской-силурийской систем, вулканогенно-осадочные породы пермотриаса, а также четвертичные отложения различных генетических типов. Рудное поле располагается на стыке Тунгусской синеклизы и Анабарской антеклизы. На территории выделяют 2 эпохи платформенного магматизма. Среди полезных ископаемых наибольший практический интерес представляют алмазы.

Изучено внутреннее строение трубки Айхал располагающейся в алмазоносном районе Алакит-Мархинского поля Якутской алмазоносной провинции. Трубка Айхал относится к месторождениям с резким различием типоморфных особенностей алмазов отдельных рудных столбов, так же имеет сложное морфологическое строение; она выполнена кимберлитовыми породами образовавшимися в результате четырехфазного внедрения. Изучен минералогический состав пород кимберлитовой трубки Айхал с помощью рентгено-структурного дифрактометра Bruker D2 Phaser в ходе анализа были определены минералы: лизардит, кальцит, магнетит, цфлогопит, пироп, оливин, шпинель, хлорит, циркон которые, характерные для кимберлитовых пород Якутской алмазоносной провинции. Получены результаты химического состава кимберлитовых пород, которые, в свою очередь были подтверждены с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi

S-3400N. В работе проведено сопоставление результатов предыдущих авторов с полученными исследованиями.

Изучены основные гипотезы о генезисе алмазов, высказанные разными исследователями, которые в свою очередь являются весьма противоречивыми; этот вопрос является одним из наиболее дискуссионных в геологической науке. Проанализировав специализированную литературу автор работы придерживается той точки зрения, что алмаз – магматический минерал, кристаллизующийся на глубине в щелочно-ультраосновной магме, из которой образуются кимберлитовые породы.

В выпускной квалификационной работе также рассматривается производственная и экологическая безопасность при выполнении геологоразведочных работ по добыче алмазов.

В заключительной главе «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выполнен расчет затрат времени по видам работ, а так же произведен общий расчет сметной стоимости, который составляет шестьдесят миллионов триста шестьдесят девять тысяч восемьдесят три рубля.

Список использованной литературы

А. Опубликованная

1. Богати́ков, О. А. Алмазоносность кимберлитов Зимнебережного поля (Архангельская область) / О. А. Богати́ков. и др. // Журнал Геология рудных месторождений. – 2007. – 6. – С. 483-504.
2. Брахфогель Ф.Ф. Геологические аспекты кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы. Якутск, 1984. 128с.
3. Гаврилов, В.П. Общая и региональная геотектоника: учебник для вузов. [Текст] / В.П. Гаврилов. - М.: Недра, 1986. - 270с.
4. Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Материалы научно-практической конференции. ЦНИГРИ, 1998. с. 142-145.
5. Геология и методы прогнозирования алмазных месторождений: Труды ЦНИГРИ. 1981. С. 145-156с.
6. Геология Сибирской платформы / Под ред. И.И. Краснова, М.Л. Лурье, В.Л. Масайтиса. М.: Недра, 1966. 445 с.
7. Евстратов А.А. Базитовые вулканоструктуры северо-востока Тунгусской синеклизы (в связи с проблемой изучения алмазоносных «закрытых» территорий) // Строение литосферы и геодинамика / Под ред. Коробков И.Г. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2015. С. 14-30.
8. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / Министерство геологии СССР./ М., Недра, 1983.
9. Инструкция по проведению геофизических исследований рудных скважин. – СПб-М.: Министерство природных ресурсов РФ – ВИРГ – Рудгеофизика, 2001.
10. Карта Мирнинского района Республика Саха (Якутия) [Электронный ресурс]-URL: <http://--./stati/jakutija/mirninskii-ulus-raion.html>, (дата обращения 12.05.2017).

11. Костровицкий, С. И. Минералогия и геохимия кимберлитов западной Якутии / С. И. Костровицкий. – Иркутск : Институт геохимии им.А.П. Виноградова СО РАН, 2009. – 317 с.
12. Коробков И.Г., Евстратов А.А. Прогнозно-поисковые модели кимберлитовых трубок Алаakit-Мархинского поля – как фактор локализации перспективных участков на закрытых площадях алмазоносных районов // Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона. Якутск: Издательско-полиграфический комплекс Северо-Восточного Федерального ун-та, 2011в. Т. 1. С. 267-270
13. Лелюх М.И. Геологическое строение, особенности поисков и локального прогнозирования месторождений алмазов в закрытых районах северо-востока Тунгусской синеклизы (на примере Айхальского района). Канд. диссертация.- М.: 1988.
14. Состояние сырьевой базы алмазов Российской Федерации [Электронный ресурс]–URL: http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/331/dokl_14.pdf, (дата обращения 12.05.2017)
15. Физическая карта Российской Федерации [Электронный ресурс]-URL: https://bestmaps.ru/files/content_images/20121908013030.jpg, (дата обращения 12.05.2017).
16. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. -М.: ОАО «Издательство «Недра», 1998. 555 с.: ил.
17. Хмельков А.М. Основные минералы кимберлитов и их эволюция в процессе ореолообразования (на примере Якутской алмазоносной провинции) / А. М. Хмельков. — Новосибирск: АРТА, 2008. — 252 с.
18. V.G., Malkovets. Cr-rich rutile: A powerful tool for diamond exploration / Malkovets. . V.G.. и др. // Lithos. – 2016. – 256. – С. 304-311.

Б. Фондовая

19. Бухмиллер И.А., Красильников В.М., Свиридов И.Ф. и др. Отчёт о работе Верхне-Алаakitской Партии за 1972-1973 гг. Айхал, фонды Амакинской ГРЭ, 201 с.
20. Горев Н.И. Прогнозный мониторинг геологоразведочной деятельности АК «АЛРОСА» (ЗАО) на Сибирской платформе на основе составления специализированных на алмазы разномасштабных карт. Мирный, фонды НИГП (Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие), 2003. 73 с.
21. Иванов И.И. и др. Отчет о результатах поисковых работ на алмазы в междуречье Алымджа-Моркоко за 1991-1997 гг. (Мегеляхский объект), Чернышевский, 1997 г.
22. Салихов Р.Ф., Морозова Н.Е., Цой И.Г. и др. Отчет о результатах поисковых работ по доизучению структурно-тектонического строения территории Далдыно-Алаakitского алмазоносного района с целью уточнения факторов контроля кимберлитового магматизма в 2004 - 2008 гг. – Айхал, фонды Амакинской ГРЭ, 215 с.
23. Ягнышев Б.С., Ягнышева Г.А., Афанасьев Н.Д. Геолого-геохимические особенности Алаakit-Мархинского кимберлитового поля и Холомолох-Сюльдюкарской площади Западной Якутии. Якутск, 1988.

В. Нормативно-методическая литература

24. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
25. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
26. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
27. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

28. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
29. ГОСТ.12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
30. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
31. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
32. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (до 01.01.96).
33. ГОСТ 12.1.045-84 Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
34. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003.
35. СанПин 2.1.4.1101-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. М., Госкомсанэпиднадзор, 2002г, 27с.
36. СНиП 2.04. 05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
37. СНиП 21.01.-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Госстрой России, 1997.
38. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
39. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
40. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

41. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
42. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы.
43. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
44. Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы. – М.: Роскомнедра, 1993.
45. Сборники сметных норм на геологоразведочные работы. Выпуски 1-11. – М.: ВИЭМС, 1992.