

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых

УДК 553.04

На правах рукописи

Бурин Болат Бауржанович

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

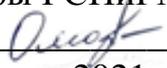
Анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет запасов
золоторудного месторождения Карьерное

7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых

Научный руководитель

доктор PhD, лектор

кафедры ГСПиРМПИ

 Г.М. Омарова

«16» июня 2021 г.

Рецензент

доктор PhD, заведующий лабораторией

редких и редкоземельных металлов

Института геологических наук имени

К.И. Сатпаева

 К. С. Тогизов

«09» июня 2021 г.

Нормоконтролер

доктор PhD, сениор-лектор

 М.К. Кембаев

«16» июня 2021 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ГСПиРМПИ

доктор PhD, ассоц.профессор

 А.А. Бекботаева

«16» июня 2021 г.

Алматы, 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых

7M07206 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ
Заведующая кафедрой
ГСПиРМПИ
 Бекботаева А.А.
«16» июня 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Бурину Болату Бауржановичу.

Тема: Анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет запасов золоторудного месторождения Карьерное.

Утверждена приказом Ректора Университета №330-м от «11» ноября 2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации «16» июня 2021 г

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Изучение особенностей геологического строения в Иткудук-Бактайской зоне смятия и место месторождения в геологическом строении района;
- б) Определение условий формирования оруденения на месторождении Карьерное;
- в) Исследование золоторудной минерализации.

Рекомендуемая основная литература:

1 Справочник. Месторождения золота Казахстана.

2 Отчеты по проведению геологоразведочных работ на месторождениях рудного поля.

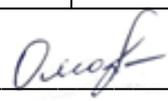
ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Краткое геологическое строение	01.02.2021	
История геологического развития по модели Шенгера	22.02.2021	
Интерпретация геологии	18.03.2021	
Геологическое моделирование	6.05.2021	

Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Краткое геологическое строение	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	01.02.2021	
История геологического развития по модели Шенгера	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	22.02.2021	
Интерпретация геологии	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	18.03.2021	
Геологическое моделирование	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	6.05.2021	
Нормоконтролер	Доктор PhD, сениор-лектор М.К. Кембаев	21.05.2021	

Научный руководитель _____  _____ Омарова Г.М.

Задание принял к исполнению обучающийся _____  _____ Бурин Б.Б.

Дата «11» ноября 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Для точной и достоверной оценки минеральных ресурсов любого месторождения важно всестороннее понимание его особенностей, включая генезис, геологическое строение месторождения, минеральный и вещественный состав руд, морфология рудных тел. Объектом магистерской диссертации является месторождение, относящееся к формации «черносланцевого типа», генезис которых часто является объектом дискуссий. К тому же, относительно низкие содержания основного компонента усложняют геометризацию рудных тел и не дают однозначного ответа о характере распределения минерализации. Поэтому в работе отражены основные моменты, которые привели к затруднениям при оценке месторождения данного генетического типа.

Диссертация, в первую очередь, посвящена проблеме геологического моделирования месторождений терригенно-углеродистого типа, решение которой осуществляется посредством методов микроскопических исследований шлифового материала, линейной статистики и геостатистического анализа. Последние выполнялись с использованием различного программного обеспечения, такие как Leapfrog Edge и Micromine.

ANOTATION

For an exact and reliable assessment of the mineral resources of any deposit, a comprehensive understanding of their features, including genesis, geological structure of the deposit, mineral and material composition of ores, and morphology of ore bodies, is important. The object of the master's thesis is a deposit related to the "black shale type" formation, the genesis of which is often the subject of debate. In addition, relatively low contents of the main component complicate the geometrization of ore bodies and do not give an unambiguous answer about the nature of the distribution of mineralization. Therefore, the work reflects the main points that led to difficulties in assessing a deposit of this genetic type.

The dissertation is primarily devoted to the problem of geological modeling of deposits of the terrigenous-carbonaceous type, the solution of which is carried out by means of microscopic studies of the grinding material, linear statistics and geostatistical analysis. The latter were performed using various software, such as Leapfrog Edge and Micromine.

АНДАТПА

Кез-келген кен орнының минералды ресурстарын дәл және сенімді бағалау үшін олардың ерекшеліктерін, оның ішінде генезисті, кен орнының геологиялық құрылымын, кендердің минералды және материалдық құрамын, кен денелерінің морфологиясын жан-жақты түсіну маңызды. Магистрлік диссертацияның объектісі - генезисі даулы болып табылатын "қара тақтатас" формацияға жататын кен орны. Сонымен қатар, негізгі компоненттің салыстырмалы түрде төмен мөлшері кен денелерінің геометриясын қиындатады және минералданудың таралу сипаты туралы нақты жауап бермейді. Сондықтан, жұмыс осы генетикалық типтегі кен орнын бағалауда қиындықтарға әкелген негізгі ойларды көрсетеді.

Диссертация, ең алдымен, терригендік-көміртекті типтегі кен орындарын геологиялық модельдеу мәселесіне арналған. Оны шешу үшін шлиф материалдарды микроскопиялық зерттеу, сызықтық статистика және геостатикалық талдау әдістері қолданған. Соңғысы Leapfrog Edge және Micromine сияқты әртүрлі бағдарламалық жасақтаманы қолдану арқылы жасалды.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Краткое геологическое строение	9
1.1 Стратиграфия	10
1.2 Магматические образования	12
1.3 Тектоника	13
2 История геологического развития по модели Шенгера	16
2.1 Генетический тип месторождения	18
3 Интерпретация геологии	21
3.1 Литологический контроль	21
3.2 Вещественный и минеральный состав пород зон минерализации	22
4 Геологическое моделирование зон минерализации и геостатистический подсчет	26
4.1 Каркасное моделирование	26
4.2 Геостатистический анализ	28
4.3 Интерполяция содержаний	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	33
Приложение – Литолого-петрографическое описание шлифов	35

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Золотодобывающие предприятия занимают особое место в экономике любого государства и Казахстан не является исключением. Казахстан входит в первую двадцатку стран по объемам добычи золота и в десятку стран по разведанным запасам. Ни для кого не секрет стратегическая и экономическая важность данного вида полезного ископаемого. Последние изменения законодательной базы не только поменяли характер взаимоотношений государство - недропользователь, но и расширили ресурсную базу для данного вида ископаемого. Ярким примером может служить и месторождение Бакырчик, относящееся к объектам «черносланцевого» типа и до недавнего времени считавшееся экономически нерентабельным. Но не все месторождения настолько же уникальны. Объект исследования данной диссертации также относится к месторождениям черносланцевого типа, но с гораздо меньшими запасами и содержаниями полезного компонента.

Цель работы. Целью исследования является изучение особенностей геологического строения, характера распределения золоторудной минерализации и построение геологической модели для корректной оценки ресурсов.

Объектом исследования является месторождение Карьерное, локализованное в Иткудук-Бактайской зоне смятия и рассланцевания.

Фактический материал. Диссертация написана на базе изученных исторических материалов по геологическому строению, а также материалов, предоставленных компанией ТОО «GeoMineProject» (далее GMP).

Личный вклад. Все работы, проведенные в рамках проекта подсчета запасов, выполнялись диссертантом совместно и под руководством сотрудников GMP. Помимо основных этапов моделирования и геостатистики также выполнена работа по анализу материала шлифов, что также внесло больше понимания об особенностях и характере литологического контроля на месторождении.

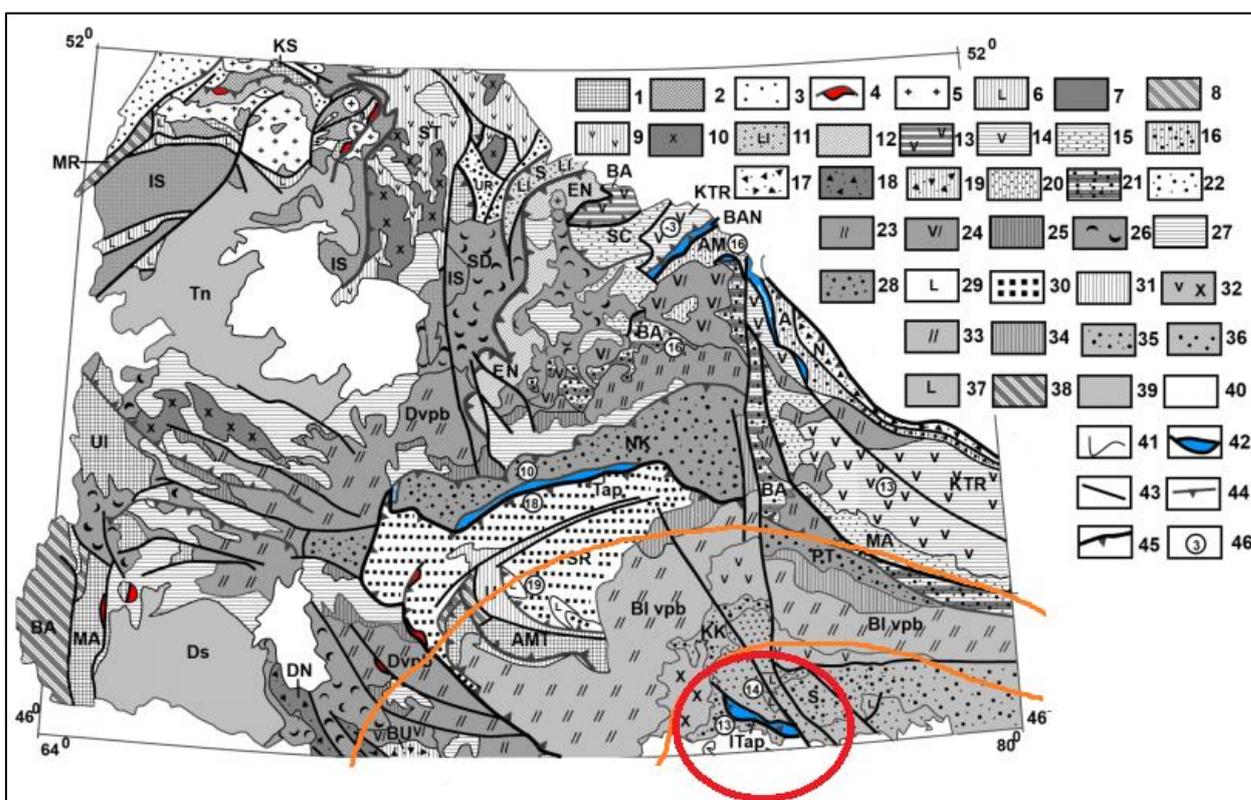
Практическое значение. Практическое значение работы заключается в выявлении особенностей геологического строения и характера распределения золотого оруденения.

Новизна работы. Новизна диссертационной работы заключается в выявлении особенностей распределения минерализации, которые необходимо учитывать при оценке месторождений данного генетического типа.

Составная часть и объем магистерской диссертации. Диссертация написана на 68 страницах компьютерного текстового набора и состоит из аннотации, содержания диссертации, введения, четырех разделов, заключения, списка использованной литературы и приложения. Диссертация включает в себя 12 рисунков и 2 таблицы.

1 Краткое геологическое строение

В региональном плане, рудное поле приурочено к центральной части Центрально-Азиатского складчатого пояса (Урало-Монгольский складчатый пояс), который возник на месте Ханты-Мансийского задугового бассейна, отделенного от прото-Тетиса Кипчакской островной дугой. В пределах ЦАСП месторождение относится к Джунгаро-Балхашской складчатой системе, а именно к Северо-Балхашскому мегантиклинорию, в котором выделяются Казык-Итмурундинский, Кентерлауский и Ашиозекский антиклинорий, Котанбулакский, Саякский и Майкамысский синклинии. Месторождения рудного поля (Долинное, Пустынное, Карьерное) располагаются в Иткудук-Бактайской зоне смятия и рассланцевания, на стыке двух структурно-формационных зон: Казык-Итмурундинской и Катанбулакской. Эти зоны также были описаны в составе Итмурунды - Тюлькуламская аккреционной призмы (в соответствии с рисунком 1.1).



1 – террейны докембрийских микроконтинентов; 2 – метаморфические комплексы; 3 – кварциты; 4 – платиноносные и алмазноносные мафит-ультрамафитовые комплексы; 5 – гранитоиды; 6 – Никольско-Бурлуковский континентальный рифт (O1); 7-8 – комплексы пассивных континентальных окраин: 7 – Ишимская, 8 – Байканурская; 9 – Степнякскарифтогенная пассивная окраина (O2-3), 10 – гранитоиды крыккудукского комплекса; 11 – Селетинский окраинный бассейн (Є1-O3); 12 – Ерейментау-Ниязский кристаллический массив (Pr-O3); 13 – Бозшаколь-Ащикольская островодужная система (Є1-O3); 14 – Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайский вулканоплутонический пояс (Є1-S1); 15 – Шакшан-Маялжен-Арсаланский задуговой бассейн (Є1-S1) и Агырек-Арсаланская аккреционная призма (O3); 16 – Богембай-Аркалыкский преддуговой прогиб (O1-3); 17 – Найманжальская аккреционная призма (Є2-O3); 18 – Джалаир-Найманская аккреционная

призма; 19 – Бурунтауская аккреционная призма; 20 – Ангрensor-Майкаинский задуговой прогиб; 21 – Баянаул-Акшатауский преддуговой прогиб; 22 – Ирадырский преддуговой прогиб (С1-О3); 23-25 – Девонская активная континентальная окраина (D1-3): 23 – последовательно дифференцированная базальт-андезитриодацитовая (D1-3) и 24 – андезибазальт-риолитовая (D1-3) и сопутствующие им интрузии; 25 – рифтогенная контрастная базальт-риолитовая (D2-3), 26 – Шидертинский задуговой бассейн (S1-D2), 27 – внутриконтинентальные моря и лагуны 28 – Нуринско-Карасорский и Предшынгызский преддуговые бассейны (О3-D3); 29-30 – Сарысуйское окраинное море (О3-S1); 31 – Успенский внутриконтинентальный рифт (D3-P); **32-34 – Балхаш-Илийский вулканоплутонический пояс (С1-P1): 32 – андезибазальтовый(С1-2) и 33 – риодацитовый (С1-P2) комплексы и сопутствующие им интрузии, 34 – рифтогенная контрастная базальт-риолитовая (P1),** 35 – Кентарлау-Котанбулакский (D1-C1) и Саякский (D1-P1) преддуговые бассейны; 36-37– Тюретайское окраинное море; 38 – Марьенский континентальный рифт (С1-T2); 39 – Тенизская и Джекказганская континентальные лагуны; 40 – континентальные депрессии и долины; 41 – границы формационных комплексов; 42 – аккреционные призмы; 43 – региональные разломы; 44 – надвиги; 45 – границы тектонических плит; 47 – палеоширота. Аккреционные призмы: N – Найманжальская, BU – Бурунтауская, VAN – Богембай-Ангрensorская, T – Тектурмасская, IT – Итмуруды-Тюлькуламская.

Рисунок 1.1 - Геодинамическая схема Центрального Казахстана

1.1 Стратиграфия

Видимый литолого-стратиграфический разрез пород **Катанбулакской зоны** начинается с отложений силурийской системы, которые пользуются большим распространением в районе и подразделяются на нижнесилурийские (лландоверийские венлокские нерасчлененные ярусы) и верхнесилурийский - лудловский ярус.

Нижнесилурийские отложения представлены однообразной толщей терригенных пород: зелено-серыми песчаниками, алевролитами серо-зелеными и лиловой окраски с редкими линзовидными прослоями мелкогалечных конгломератов.

Верхнесилурийские отложения (S2 ld) пользуются незначительным распространением. Представлены существенно терригенными породами: темно-зеленые, зеленовато-серые разнотернистые песчаники с линзами и прослоями конгломератов и мелкозернистых песчаников и алевролитов.

Отложения фаменского яруса (D3 fm) представлены терригенными морскими образованиями, в состав которых входят чередующиеся пачки разнотернистых песчаников, алевролитов, алевропесчаников, известняков, с редкими прослоями туфопесчаников и гравелитов. Мощности отдельных прослоев и пачек варьируют от первых сантиметров до нескольких десятков метров. Отложения девонской системы занимают большую часть площади месторождения (западная и центральная части). К ним пространственно приурочена известная золоторудная минерализация.

Каменноугольные отложения представлены осадочными породами нижнего отдела, нерасчлененными толщами средне-верхнего и верхнекарбон-нижнепермского отделов.

Нижнекарбоновые (ранний турне) отложения (C_{1t1}) представлены серыми, светло-серыми, разномерными песчаниками с отдельными пачками или горизонтами гравелитов, алевролитов, пепловых и липаритового состава туфов.

Поздне турнейские (C_{1t2}) отложения представлены известковистыми алевролитами, пепловыми туфами, туфопесчаниками.

Средне – верхнекарбоновые отложения (C_{2-3tk}) состоят из чередующихся терригенных, карбонатных и вулканогенных образований: разномерных песчаников, гравелитов, горизонтов известняков и туффитов.

Верхнекаменноугольные - нижнепермские отложения (C_3-P_{1ks}) распространены незначительно. Они представлены чередующимися разномерными песчаниками, гравелитами, конгломератами, алевролитами, горизонтами известняков и туффитов.

Завершают разрез раннепермские вулканиты ($P_{1св}$). Представлены они изолированными полями трахибазальтов, трахиандезитов, трахидацитов и андезитов.

Разрез **Казык-Итмурундинской зоны** начинается с итмурундинской свиты верхнего протерозоя – раннего кембрия ($PR_3- C_{1it}$). Отложения представлены толщей яшм, кремнистых алевролитов, диабазов, базальтов, базальтовых порфиритов и полимиктовых песчаников. С отложениями свиты повсеместно ассоциируют интенсивно рассланцованные дунит-гарцбургитовые серпентиниты, в которые “закатаны” блоки и глыбы первично-расслоенных лерцолитов, пироксенитов, жадеитов, габбро, габбро-амфиболитов, базальтов, альбититов, плагиосиенитов, плагиогранитов, амфиболитов, актинолит-кварцевых кристаллосланцев, реже глаукофановых сланцев, апоэклогитовых гранатовых амфиболитов.

Стратиграфически выше располагаются отложения кембрийской системы, относимые к казыкской свите (C_{1-2kz}). Свита сложена красноцветными яшмами, в нижней части разреза переслаивающимися с кремнистыми туффитами и алевролитами, песчаниками, реже гравелитами, содержащими кластиты из подстилающих пород. В ряде работ указывается на присутствие в разрезе ордовикских отложений с хаотическим строением олистостромного типа [2].

Выше горизонтов хаотического строения располагается относительно тонкообломочная турбидитная толща алевропелитов и песчаников с редкими горизонтами гравелитов, состоящих из гальки яшм и кварцитов и не содержащих гальку ультрабазитов. Она является силурийской и, вероятно, глубоководным шлейфом олистостромов [2].

Вышележащий фаменский базальный горизонт, в составе которого доминируют конгломераты, наполненные хорошо окатанной галькой яшм, известен как неоавтохтонная олистострома [2]. Олистостром постепенно сменяется гравелитами и зеленовато-серыми песчаниками и алевропесчаниками с прослоями аналогичных пород лилового цвета.

Выше несогласно залегает раннекаменноугольная толща сероцветных и пестро-цветных полимиктовых конгломератов, гравелитов, песчаников и алевролитов, углистых алевролитов с полимиктовыми песчаниками. Базальный горизонт, в отличие от фаменской олистостромы, состоит из валунов и гальки базальтов, гранитоидов и яшм. Известны также крупные блоки - олистоплаки базальтов и полосчатых яшм [2].

Кайнозойские отложения выполняют долины и русла временных потоков и представлены горизонтально-лежащими континентальными отложениями. По времени образования отнесены к неогеновой и четвертичным системам.

Отложения неогеновой системы представлены павлодарской свитой (N_{1-2pv}) миоцен-плиоценового возраста. Она состоит из глинистой массы с примесью и прослоями песчано-щебнистого материала, песков.

Четвертичные отложения имеют в районе повсеместное распространение и представлены суглинками с угловатыми обломками коренных пород. Мощность отложений колеблется от 0,2 до 3,5 м.

1.2 Магматические образования

Магматические образования пользуются достаточно широким распространением на площади месторождения и представлены тремя комплексами: позднепротерозойским, раннепермским (саякским) и позднепермским (катбарским).

Позднепротерозойский габбро-перидотитовый комплекс (σPR_3). Включает в себя ультраосновные и основные породы, а также в незначительном объеме их кислые дериваты – диориты и плагиограниты, слагающие небольшие тела и массивы в основании Казык-Итмурундинской зоны. Эти тела служили, по-видимому, магматическими камерами для лав и туфов и являются неотъемлемой частью итмурундинской свиты (Степанец, 2015). Сложены они в основном темно-зеленовато-серыми серпентинитами с массивной, сланцевой и решетчатой текстурами; мелкокристаллическими пироксенитами и габбро. Породы обычно сильно деформированы. Контакты с окружающими осадочными породами имеют чаще всего тектонический характер.

Раннепермский саякский интрузивный комплекс ($\gamma \sigma P_{1s}$). Породы саякского комплекса образуют целый ряд обособленных массивов на окружающей месторождение территории. Они приурочены в основном к зонам разломов глубокого заложения и сдвигового типа.

Породы первой фазы внедрения представлены габбро, габбро-диоритами и диоритами, слагающими серию небольших массивов изометрической формы.

Породы второй фазы пользуются наибольшим распространением и представлены гранодиоритами, кварцевыми диоритами и плагиогранитами.

После второй фазы происходит внедрение многочисленных даек, диорит-порфиритов, кварцевых диорит-порфиритов, плагиогранит-порфиров, диабазовых порфиритов.

Гранитоиды третьей фазы имеют ограниченное распространение, это мелкозернистые граниты. Дайковый комплекс, следующий за третьей фазой, по составу аналогичен дайкам предыдущей фазы.

Позднепермский катбарский интрузивный комплекс (P₂kb). Интрузивные образования катбарского комплекса пользуются очень ограниченным распространением, к ним отнесены тела гранитов и гранит-порфиров.

1.3 Тектоника

Район работ в структурном отношении принадлежит Северо-Балхашскому мегантиклинорию и находится в области герцинских складчатых сооружений, в его контур попадают фрагменты двух структур первого порядка – Казык-Итмурундинской антиклинория и Котанбулакского синклинория (в соответствии с рисунком 1.2).

Казык-Итмурундинская антиформа (антиклинорий) – это сложноскладчатая структура, которая испытала деформации не менее трех раз, в позднекаледонскую, позднегерцинскую и альпийскую фазы тектогенеза.

Своеобразием Казык-Итмурундинского антиклинория является присутствие самых древних пород района - итмурундинская свита. Свита сложена гипербазитами, габбро и базальтоидами в чередовании с кремнистыми и глубоководными терригенными породами. Осадочные, вулканические и ультрабазит-базитовые магматическме породы образуют «офиолитовую триаду», свидетельствующую о первоначальном океаническом типе коры палеобассейна. Для всех складок, развитых в породах свиты, характерно крутое положение шарниров и преимущественно наклонное положение осевых поверхностей складок, близкое по наклону к положению слоистости.

Для фамен-турнейских, визе-намюрских и среднекаменноугольно-пермских структур характерны брахиформные складки, приразломные и линейные, как например, анти-форма Карьерная.

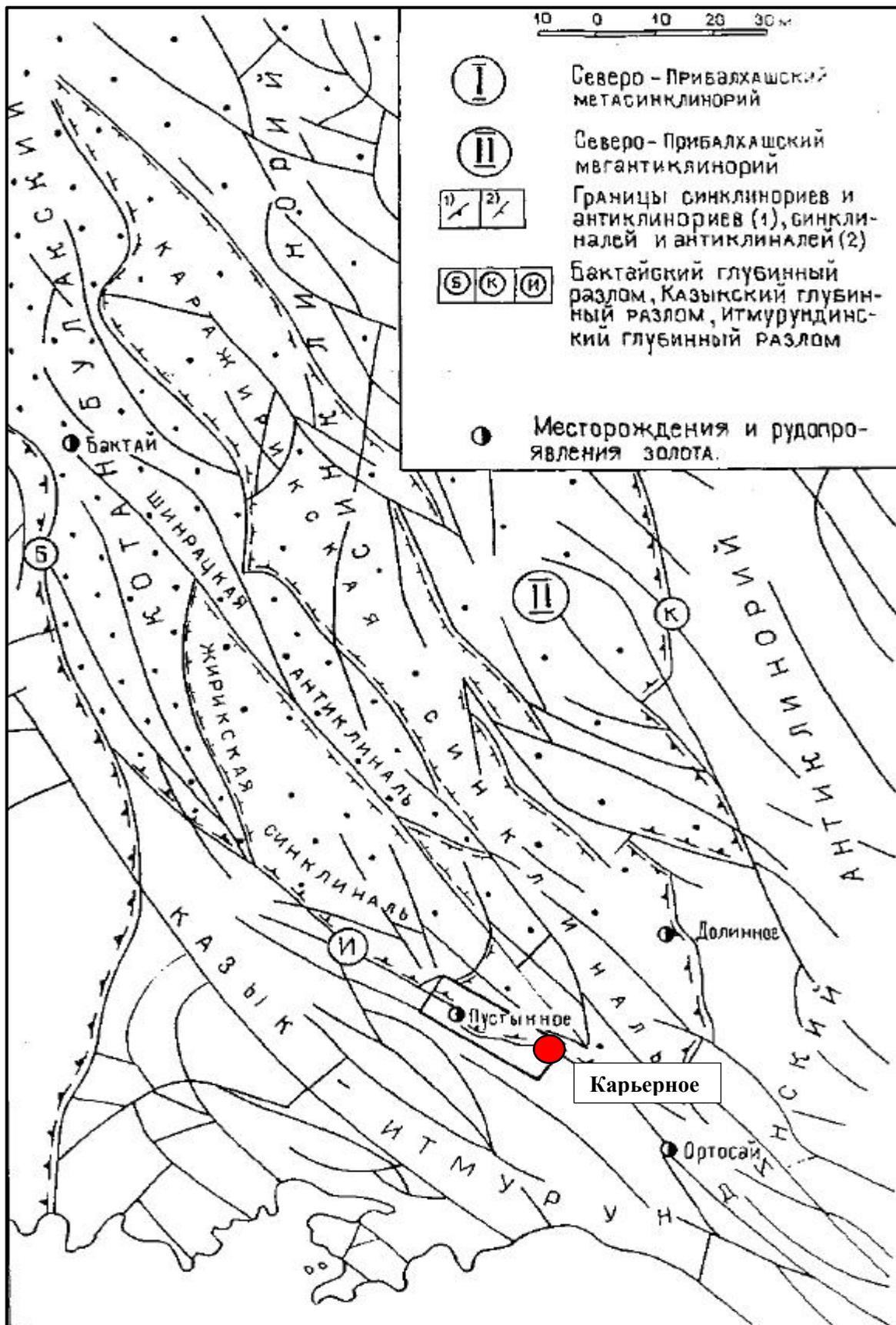


Рисунок 1.2 – Тектоническая схема района работ

По северной границе антиклинория в полосе сочленения с Котанбулакским синклинорием располагается несколько вулканических структур раннепермского возраста. Они разбиты разрывными нарушениями.

Котанбулакский синклинорий. В пределах него, с конца силура происходит почти непрерывное прогибание и накопление осадочных толщ. Складчатые структуры синклинория распадаются на несколько крупных синклиналей и антиклиналей, представляющих собой многообразное сочетание более мелких складчатых форм. На площади месторождений Карьерное-Пустынное. Котанбулакский синклинорий представлен Жирикской синформой.

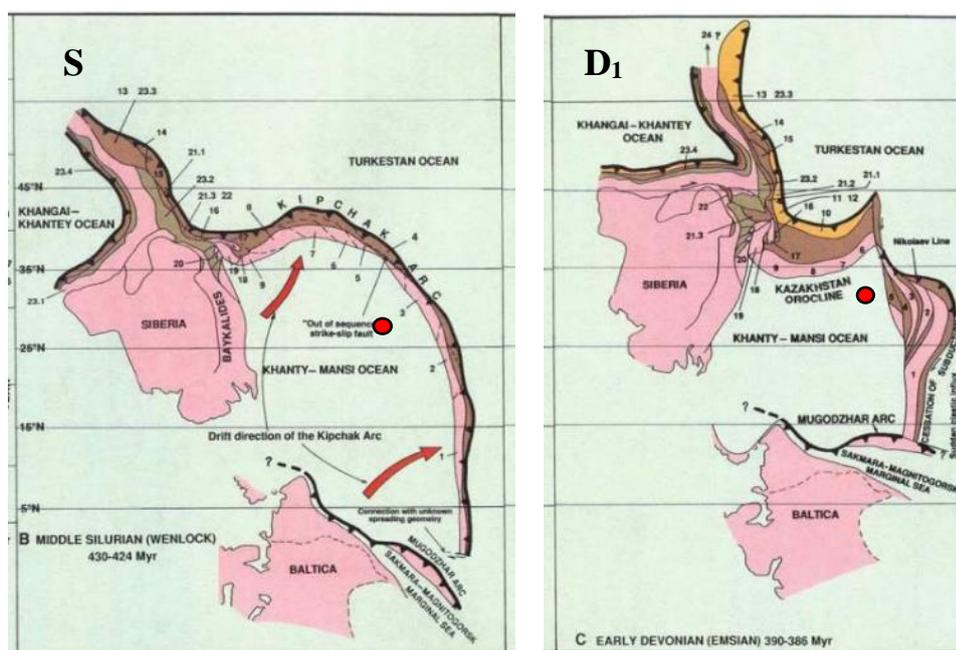
Многочисленными разрывными нарушениями северо-западного, северного и северо-восточного простирания рудное поле разбито на систему тектонических блоков с разным уровнем эрозионного среза. Вдоль разломов развиты зоны дробления, брекчирования, расланцевания пород, в которых создаются благоприятные условия для локализации золотого оруденения.

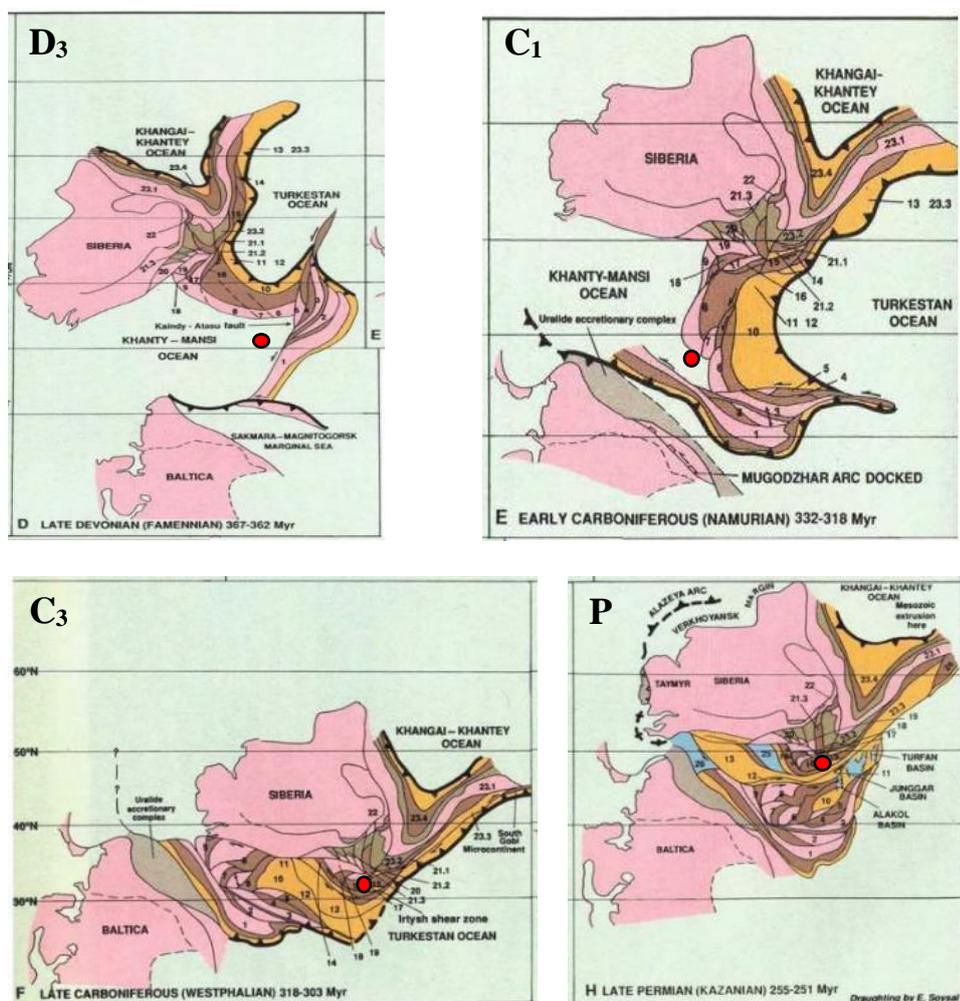
К наиболее крупным и древним относятся нарушения северо-западного простирания, входящие в систему глубинных разломов Бактай-Иткудукской тектонической зоны. Из всех разрывных нарушений наиболее важную роль в структуре рудообразования играет Итмурундицкий глубинный разлом. Он проходит с юго-востока на северо-запад, отделяя интрузивные образования ранне-среднеордовикского комплекса от осадочных образований палеозоя. На всем своем протяжении его сопровождает мощная зона трещиноватости, расланцевания и окварцевания с рассеянной пиритизацией.

2 История геологического развития по модели Шенгера

Первостепенной задачей при исследовании объекта стала необходимость изучения генезиса месторождения. История формирования месторождения рассматривается в рамках «Тектоники литосферных плит» по модели Шенгера, подробно описанной в работе «Тектоническая эволюция Алтаид».

Месторождение локализовано в Иткудук-Бактайской зоне смятия и расланцевания, на стыке двух структурно-формационных зон: Казык-Итмурундинской и Катанбулакской. Эти зоны были описаны в составе Итмурунды - Тюлькуламская аккреционной призмы [2]. Месторождение приурочено к южному краю Катанбулакской зоны, в непосредственной близости от Итмурундинского разлома и северного края Казык-Итмурундинской зоны. С позиции современной тектоники плит (в соответствии с рисунком 2.1) приведена реконструкция Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП), который возник на месте Ханты-Мансийского задугового бассейна, отделенного от прото-Тетиса Кипчакской островной дугой [4]. Красной точкой отмечен изучаемый район.





S -силур, D₁- ранний девон, D₃- поздний девон, C₁ - ранний карбон, C₃ - поздний карбон, P - поздняя пермь.

Рисунок 2.1 - Реконструкция развития Ханты-Мансийского задугового бассейна:

По модели, описанной Шенгером с соавторами, Центральная часть Казахстана, начиная с раннего палеозоя, располагалась в пределах задугового бассейна. Отложения данного периода представляли собой в основном глубоководный материал. Задуговой бассейн располагался в приэкваториальных широтах, что способствовало продукции биомассы и накоплению углеродистого материала в отложениях. В среднем палеозое бассейн начинает сокращаться и из периферии островной дуги в него поступает материал в виде турбидитных потоков. В позднем палеозое происходит практически полное закрытие бассейна, скорость накопления осадков значительно увеличивается и формируются крупнообломочные терригенные толщи.

Формирование аккреционной призмы внутри ЦАСП по модели Шенгера с соавторами происходит первоначально за счет субдукции, а затем субдукции и сдвигов, сопровождавшихся вращением аккреционных блоков. В раннем палеозое зоны субдукции развивались по внешнему краю Кипчакской дуги и

краю Балтийской плиты, что приводило к растяжению внутри задугового бассейна. Начиная с девона конфигурация Кипчакской дуги меняется, она разделяется на два сегмента, разделенных трансформным разломом, косоориентированным к положению дуги. Прогрессирующая деформация Кипчакской дуги в конце девона и раннего карбона привела к частичному, а затем и полному сокращению территории палеобассейна. На месте бассейна возникает орогенный пояс, внутри которого происходит внедрение магм с образованием интрузий и локальный щелочной вулканизм. Становление орогенного пояса на заключительной фазе сопровождается огромными (десятки км) сдвигами аккреционных призм друг относительно друга.

Таким образом, установлена локализация месторождения в пределах Итмурунды - Тюлькуламской аккреционной призмы. В региональном плане она находится на стыке двух складчатых структур: Казык-Итмурундинской антиформы (антиклинория) и Котанбулакской синформы (синклинория), представленного в Жирикской синформой.

2.1 Генетический тип месторождения

Впервые необходимость изучения терригенно-углистых образований возникла после открытия крупнейших месторождений золота, таких как Мурынтау (1958 г.) и Бакырчик (1953 г.), на последнем из которых планомерная отработка началась совсем недавно. Отсюда вытекает невозможность отрицать перспективность данного типа месторождений золота.

На территории Казахстана можно выделить, как минимум, пять типов месторождений углеродистых формаций, развитых в различных геологических условиях: терригенно-углеродистый, карбонатно-терригенно-вулканогенно-углеродистый, карбонатно-углеродистый, вулканогенно-кремнисто-углеродистый, кремнисто-углеродистый. Причем каждый тип имеет определенную металлогеническую специализацию. Полиметаллический характер минерализации характерен для карбонатно-углеродистой формации, а фосфорная, редкометальная, железо-марганцевая, железисто-кварцитовая для кремнисто-углеродистой формаций и вулканогенно-кремнисто-углеродистой. Наиболее золотоносными являются терригенно-углеродистая и карбонатно-терригенно-вулканогенно-углеродистая формации. К крупным районам распространения относятся песчано-сланцевые отложения Кокчетавского срединного массива (месторождения Васильковское, Орловское, Новоднепровское), Восточное Зауралье (рудопроявления Джетыгаринской группы), терригенно-углеродистой формации верхнего ордовика (дуланкаринская и андеркенская) в Шу-Или-Бетпақдалинского района (месторождения Акбакай, Аксакал),

терригенно-углеродистая и карбонатно-вулканогенно-углеродистая формации среднего карбона (буконьская, калбинская и даубайская свиты) Бакырчикского и Боко-Васильевского рудных полей.

Объект данной работы – месторождение, в основании разреза которого также лежат терригенно-углеродистые отложения карбона. Основываясь на данных описания аншлифов месторождения, выполненных сотрудниками Института Геологических Наук имени К.И. Сатпаева, можно также сделать вывод и о принадлежности руд месторождения к определенной минеральной ассоциации.

Минеральный состав исследуемых руд достаточно простой. Основной рудный минерал пирит, самородное золото, арсенопирит, блеклая руда (тетраэдрит), халькопирит, рутил.

Самородное золото обнаружено в сростании с пиритом и в виде вкрапленности в кварцевом прожилке, цвет минерала в отраженном свете соломенно-желтый, форма овальная, каплевидная, размер золотинок от 0,005-0,008 мм. Золото высокопробное.

Арсенопирит наблюдается в виде неравномерно рассеянных метакристаллов, с характерной для него формой (ромбики в разрезе аншлифа), либо сростков, размером до 0,035 мм. При увеличении агрегатов метазерен пирита в 500 раз (зонд), можно увидеть образование арсенопирита, нарастающего по его граням.

Халькопирит развит в незначительном количестве, наблюдается в виде включений между зернами нерудных минералов в ассоциации с *блеклой рудой (тетраэдритом)* и пиритом.

Рутил встречается практически во всех аншлифах, в том или ином количестве, в виде таблитчатых, иногда овальных включений в пирите, нередко замещая его, и в нерудной массе.

А.А. Кременецкий и Э.Ф. Минцер выделяли следующие минеральные типы месторождений золота: золото-пирит-арсенопиритовый, золото-полисульфидный, золото-теллуридный, золото-антимонитовый и золото-киноварный. Марченко Л.Г. в работе «Генезис и минеральные ассоциации золота и платиноидов в месторождениях «черносланцевого» типа Казахстана» отмечает, что для терригенно-углеродистых месторождений характерны первые три. Автором было предложено название «углеродисто-мышьяково-золоторудная формация» [3], в которую включены кварц-пирит-арсенопирит-углеродисто-золотой минеральный тип (месторождение Бакырчик и др.), кварц-альбит-пирит-калаверит-арсенопирит-углеродисто-золотой минеральный тип (Кулуджун и другие), кварц-пирит-антимонит-углеродисто-золотой минеральные типы (Кварцитовые Горки), кварц-адуляр-пирит-углеродисто-золото-серебряный минеральный тип (Архарлы), кварц-адуляр-пирит-молибденит-углеродисто-серебряно-золотой минеральный тип

(Таскора), кварц-карбонат-углеродисто-магнетит-альбит-кобальт-золотой минеральный тип (Карамурун).

Таким образом, приведенные данные геологического строения, реконструкции геологической истории, облик, вещественный и минеральный состав руд, позволяют отнести месторождение к «черносланцевому типу», а исходя из минерального состава руд – к золото-пирит-арсенопиритовому типу. Полученный вывод является основополагающим для понимания геологического строения месторождения и корректного моделирования. Настоящая геологическая модель минерализации составлена с учетом особенностей данного типа месторождений и получила подтверждение этой концепции в ходе дальнейших работ.

3 Интерпретация геологии

3.1 Литологический контроль

Исходя из генетической принадлежности месторождения к черносланцевому типу, было предположено, что основным рудоконтролирующим фактором является литологический контроль. С целью уточнения было проведено простое сравнение зависимости содержаний основного компонента (золота) и литологических разностей.

Таблица 3.1 - Содержание золота в г/т в различных типах пород

Типы пород	Содержание золота, г/т				
	кол-во проб	min	max	дисперсия	среднее
Осадочные породы					
гравелит серый	1772	0.01	96.2	5.52	0.43
гравелит красный	354	0.01	1.91	0.11	0.21
песчаники	15099	0.01	96.2	0.83	0.44
алевропесчаники	18113	0.01	33.4	0.34	0.44
алевролиты	13595	0.01	7.59	0.27	0.47
углистые сланцы	6325	0.01	8.94	0.27	0.82
Измененные и жильные породы					
метасоматиты неразделенные	391	0.01	5.39	0.33	0.53
метасоматиты по песчаникам	2638	0.01	40.5	1.03	0.33
метасоматиты по песчаникам и алевролитам	2155	0.01	7.91	0.32	0.29
метасоматиты по алевролитам	1878	0.01	7.29	0.31	0.73
кварц жильный	86	0.01	4.15	0.46	0.54
среднее осадочные					0.48
среднее метасоматиты					0.48
среднее по месторождению					0.48

Сравнительный анализ показывает, что среднее содержание золота в минерализованных породах месторождения составляет 0.53 г/т. Среднее содержание золота в неизменённых осадочных породах составляет 0.58 г/т, что на 0.05 г/т выше, чем по месторождению. Особенно высоким средним содержанием обладают гравелиты (0.71 г/т) и углистые сланцы (0.82 г/т). При этом наблюдаются относительно низкие значения дисперсии.

В противовес этому метасоматически измененные и жильные породы показывают либо более низкие содержания, либо на уровне среднего по минерализованным породам. Исключение составляют метасоматиты по алевролитам, где среднее содержание золота становится сравнимым с гравелитами и углистыми сланцами.

Выявленное соотношение показывает, что потенциальными рудами на месторождении в первую очередь являются осадочные породы (сланцы и гравелиты) и меньше, - метасоматиты по алевролитам. Тем не менее, золото в минерализованных породах распределяется весьма неравномерно. На фоне сравнительно убогого оруденения выделяются промышленные рудные зоны, разделенные сравнительно безрудными промежутками, имеющие

расплывчатые границы, устанавливаемые только по данным опробования. Геологически рудные зоны представлены зонами интенсивно окварцованных пород, с густой, неравномерно распределенной вкрапленностью пирита, с маломощными разнонаправленными кварц-сульфидными прожилками [1].

3.2 Вещественный и минеральный состав пород зон минерализации

Поскольку разрез представлен осадочными породами, причем с чередованием пород различной размерности, было решено провести анализ материала шлифов и разделение толщи пород на пачки. На основе этого разделения рудные тела будут распределены по доменам.

Просмотренные 45 петрографических шлифов позволяют заметить флишоидный характер толщи. Из терригенного класса пород преобладают грубообломочные и средне-мелкозернистые, что позволяет типизировать ассоциацию пород участка с алеврит-конгломерат-песчаной формацией. Формационный тип определен по преобладающим породам в разрезе: аргиллиты и алевролиты (К-5, К-6, К-10, К-13, К-16), песчаники различного состава (К-1, К-3, К-4, К-11, К-17, К-18 К-24), полимиктовые конгломераты (К-21). Также среди осадочных пород встречаются известняки, базальты (К-37), а также габбро различного состава (К-49), которые не отмечаются минерализацией. Метасоматически замещенные породы представлены серпентинитами (К-38).

В приложении к настоящей работе приведено микроскопическое описание образцов пород, исключая очень похожие друг на друга литологические различия (см. приложение). Также в описание не включены образцы, отобранные с известняков, так как они являются «пустыми» и не представляют интереса для понимания о характере распределения минерализации.

Поскольку породы зон минерализации составляют по большей части обломочные породы, то и состоят они в основном из таких аллотигенных минералов, как кварц, полевые шпаты (калиевые и натриевые), отдельные зерна мусковита, циркона, биотита и др.

Кварц представлен различного размера зернами (от 0,01 мм и более), окатанными и слабо окатанными, неправильной формы с прямым или волнистым (облачным) погасанием. Наиболее крупные обломки кварца замутнены мельчайшими включениями. Может выступать как в качестве обломочного материала пород, так и выполнять трещины вместе с кальцитом или гипсом. Аутигенный кварц заполняет поровые пространства.

Калиевые полевые шпаты, представленные ортоклазом и микроклином (отличим по альбит-периклиновым сложным двойникам – «решетке»), имеют вид характерных таблитчатых, плитчатых зерен. Более мелкие зерна в составе алевролитов и мелкозернистых песчаников полностью окатанные. Все зерна серицитизированы, пелитизированы, в некоторых наблюдается микропертит. *Натриевые полевые шпаты – плагиоклазы* – чаще серицитизированы и легко

определяются в шлифах по полисинтетическим двойникам.

Акцессорные минералы представлены мусковитом (редкое крупное зерно в составе образца песчаника К-17), биотитом. Циркон представлен тонкими зернами повсеместно во всех образцах, за исключением образца К-24, где наблюдаются два зерна размером 0.4 мм.

Основные рудные минералы представлены пиритом, самородным золотом, арсенопиритом, блеклой рудой (тетраэдрит), халькопиритом, рутилом.

Пирит представлен несколькими разновидностями (в соответствии с рисунком 3.1):

- в виде спорадически рассеянной вкрапленности идиоморфных кристаллов размером от 0,007-0,09 мм, кубической формы (а);

- крупных, размером до 1,0 мм идиоморфных кристаллов пентагондодекаэдрического облика (б);

- «ежикообразными» агрегатами сростков кристаллов. Пирит этой генерации слабо анизотропный, в центре кристаллов нередко наблюдается зональность и замещение нерудным материалом или рутилом (в);

- глобулярные пириты развиты в углисто-глинистом алевролите, степень насыщенности глобулярным пиритом в различных участках аншлифа различна - от спорадической вкрапленности до почти мономинеральных прослоев вдоль прожилков. Глобули размером до 0,28 мм слагаются идиоморфными зернами пирита размером 0,007-0,014 мм (г).

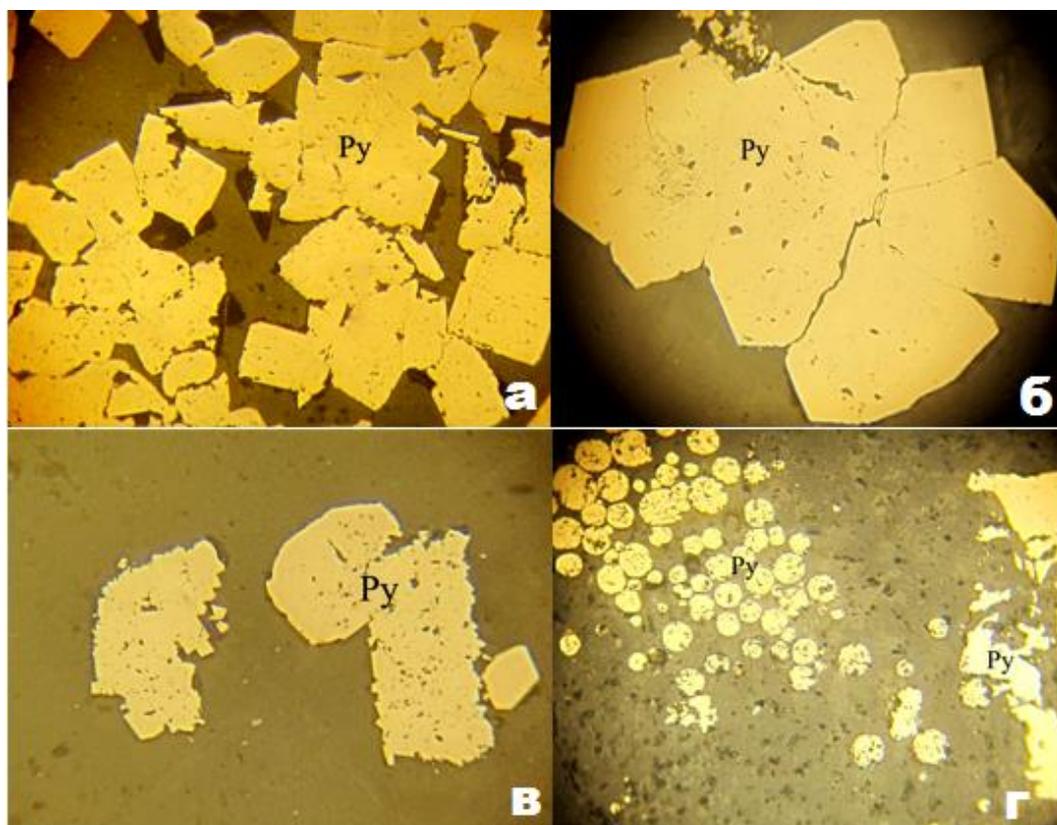


Рисунок 3.1 – Генерации пирита

Самородное золото обнаружено в сростании с пиритом (в соответствии с рисунком 3.2) и в виде вкрапленности в кварцевом прожилке, цвет минерала в отраженном свете соломенно-желтый, форма овальная, каплевидная, размер золотинок от 0,005-0,008 мм. Золото высокопробное. Согласно результатам микрозондового анализа, содержание серебра в его составе 7,42-8,26% и небольшая примесь железа.

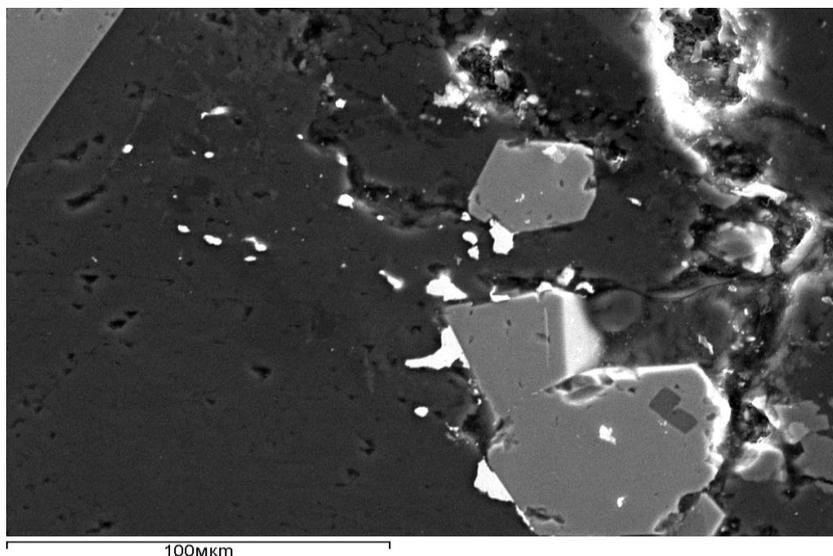


Рисунок 3.2 – Золото в сростании с глобулярным пиритом

Арсенопирит наблюдается в виде неравномерно рассеянных метакристаллов, с характерной для него формой (ромбики в разрезе аншлифа), либо сростков, размером до 0,035 мм. При увеличении агрегатов метазерен пирита в 500 раз (зонд), можно увидеть образование арсенопирита, нарастающего по его граням.

Халькопирит развит в незначительном количестве, наблюдается в виде включений между зернами нерудных минералов в ассоциации с *блеклой рудой (тетраэдритом)* и пиритом.

Рутил встречается практически во всех аншлифах, в том или ином количестве, в виде таблитчатых, иногда овальных включений в пирите, нередко замещая его.

Аутигенные осадочные минералы представлены в первую очередь кальцитом, аутигенным кварцем, гипсом. Наличие серицита в цементе некоторых образцов говорит о переходе пород в стадию ката- и метагенеза.

Таким образом, основываясь на микро- и макроскопические описания пород, в разрезе месторождения можно выделить пять пачек пород (в соответствии с рисунком 3.3). В обобщенном виде разрез выглядит следующим образом (снизу-вверх):

1. «Алевролит-гравелитовая». Чередование светлых и темных алевролитов с маломощными линзами гравелитов. Текстура в основном массивная, слоистости не наблюдается.

2. Вторая пачка «углеродисто-сланцевая». Представлена

углеродистыми сланцами от темно-серого цвета до черного.

3. Третья пачка «углеродисто-сланцевая с гравелитами». Пачка состоит из аналогичных углеродистых сланцев и светлых алевролитов. Встречаются редкие линзы гравелитов.

4. Четвертая пачка «углеродисто-сланцевая». Черные и темные углеродистые сланцы, алевролиты в подчиненном количестве. Очень похожа на пачку №2.

5. Пятая пачка «песчано-гравелитовая». Наиболее верхняя пачка сложена преимущественно алевропесчаниками, песчаниками и линзами гравелитов и образует протяженную гряду. Особенно обильно гравелиты развиты в основании пачки. Текстура пород массивная, реже слоистая.

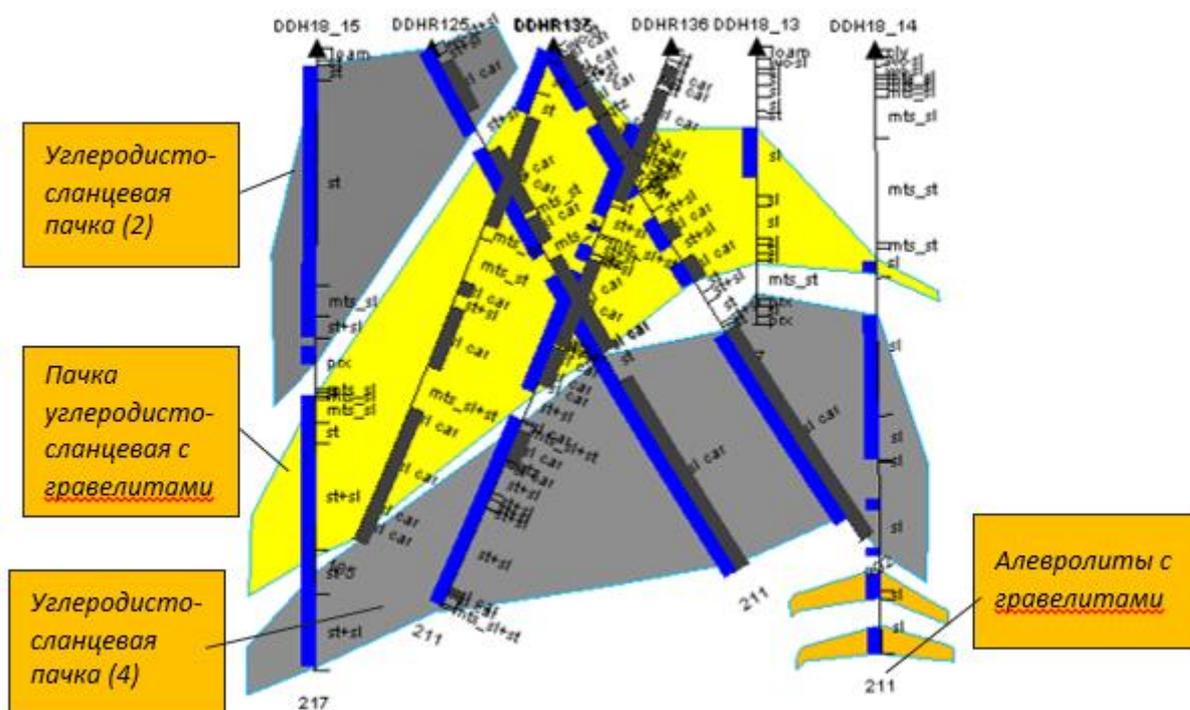


Рисунок 3.3 – Интерпретированный разрез по одному из участков

4 Геологическое моделирование зон минерализации и геостатистический подсчет

4.1 Каркасное моделирование

Так как главным рудоконтролирующим фактором является литологический контроль, то и увязка минерализованных зон происходила согласно разделению на пачки, описанные в главе 3.2.

Линейная статистика распределения золота в пробах показала, что наблюдаются две популяции данных. Первая популяция ограничивается сверху содержанием 0.1 г/т. Это содержание принято условно как природный борт, так как композиты по этому борту выглядят максимально близко к литологическим интервалам, но и при этом отсеивают данные создающие шум. Вторая популяция наблюдается на районе бина с содержанием 0.3 г/т, которое принято в качестве бортового (в соответствии с рисунком 4.1).

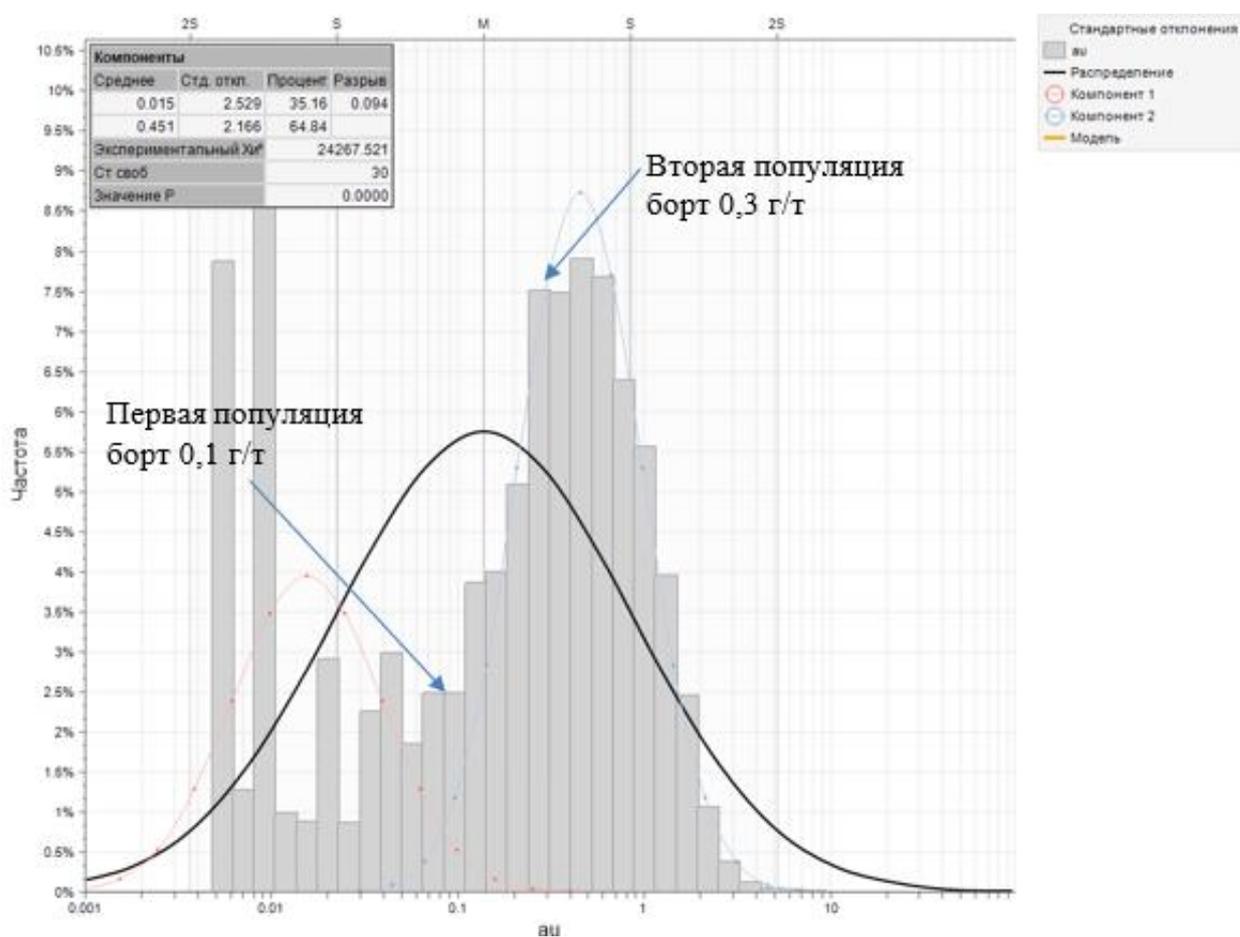


Рисунок 4.1 – Логарифмированная гистограмма содержаний золота

Минерализация золота в основном пространственно коррелирует с залеганием осадочных пород. Наибольшая ее концентрация наблюдается в углистых сланцах, а наиболее выдающиеся содержания встречаются в гравелитах.

Разрезы отстраивались вкрест простирания геологических структур и минерализованных тел.

Каждый разрез выводился в среду Micromine Vizex наряду с траекториями скважин. Все траектории скважин также были закодированы с помощью цветовой кодировки в виде штриховки для композитов содержаний с одной стороны, и в виде литологических интервалов, с другой стороны (в соответствии с рисунком 4.2).

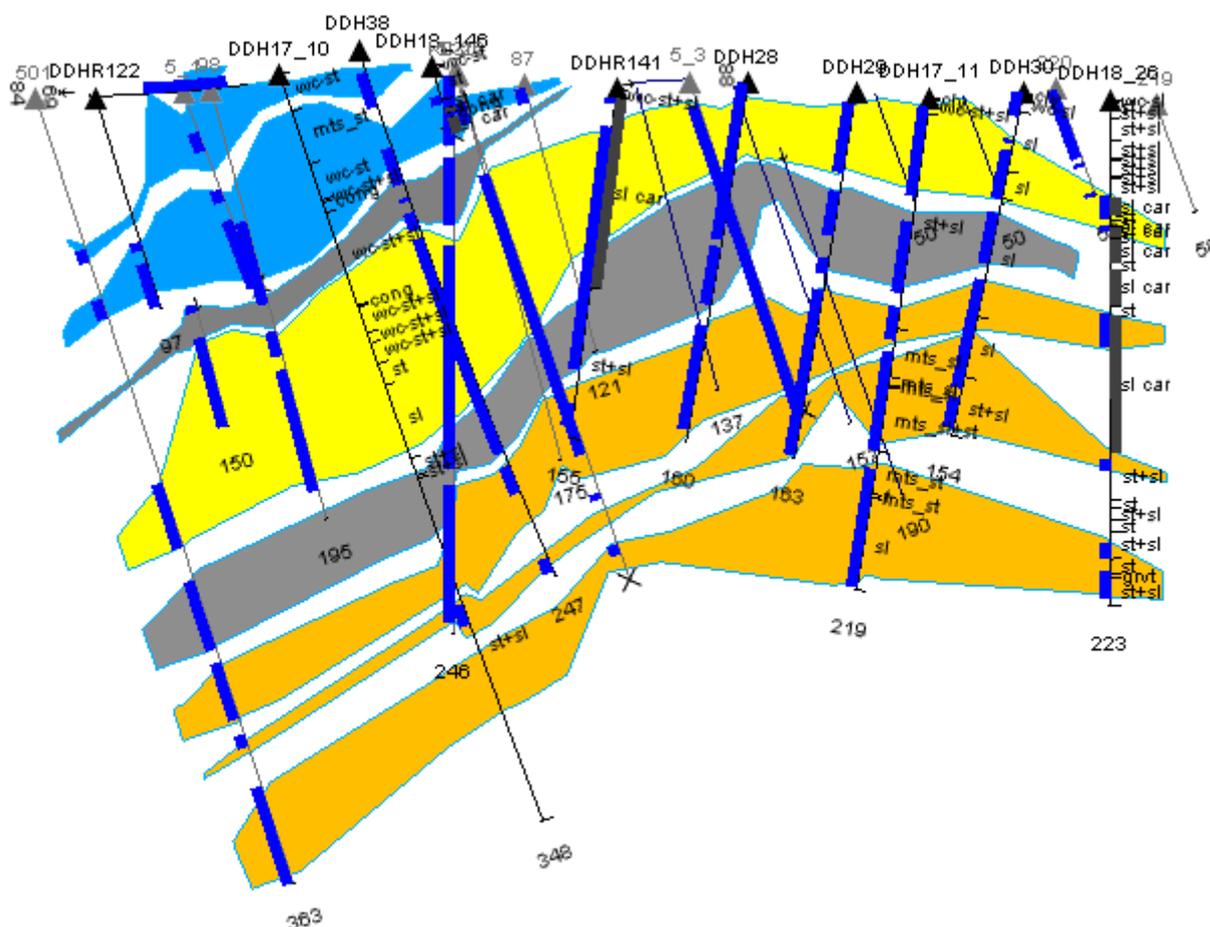


Рисунок 4.2 – Увязанная каркасная модель

При интерпретации минерализации использовались следующие принципы:

- Каждый разрез выводился на экран с окном ограничения графического изображения, равным половине расстояния от смежных разрезов.
- Все интерпретированные стринги привязывались к соответствующим пробам.
- Прослой пустой породы в пределах минерализованных тел не интерпретировались и не моделировались.
- При обнаружении взаимно пересекающихся или сближенных выработок с взаимоисключающей информацией, приоритет отдавался новым скважинам периода 2016-2018 года. Как правило такие случаи связаны с

заверочным бурением.

- Оконтуривание минерализованных тел по простиранию и падению проводится с применением правил ограниченной и неограниченной экстраполяции:

- Для минерализованных тел при истинной мощности 2 м и выше, ограниченная экстраполяция контура осуществляется на половину расстояния между рудной и безрудной выработкой, но не более чем на 25 м (половина среднего расстояния разведочной сети). Ограниченная экстраполяция от краевого пересечения проводится на половину расстояния между краевой и предыдущей выработкой, но не более чем на 25 м. Выклинивание контура проводится на половину мощности минерализованного тела;

- Для минерализованных тел при истинной мощности менее 2 метров, ограниченная экстраполяция рудного контура осуществляется на четверть расстояния между рудной и безрудной выработкой, но не более чем на 12.5 м (четверть среднего расстояния разведочной сети). Ограниченная экстраполяция от краевого пересечения проводится на четверть расстояния между краевой и предыдущей выработкой, но не более чем на 12.5 м. Выклинивание проводится на полную мощность.

4.2 Геостатистический анализ

Для оценки интерполяции содержаний был выбран метод ординарного кригинга с последующей его заверкой методом обратных расстояний IDW2. Суть метода заключается в получении эмпирической вариограммы. На основе данных точек на вариограмме эмпирическим путем получают модель интерполяции с тремя основными показателями: эффект «самородка», общий порог и диапазоны. Порог и эффект самородка определяется из вариограммы вдоль скважины, то есть на бесконечно малом расстоянии. Значение диапазона или зоны влияния определяется для каждой из осей эллипсоида поиска для каждого домена по отдельности (в соответствии с рисунками 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).

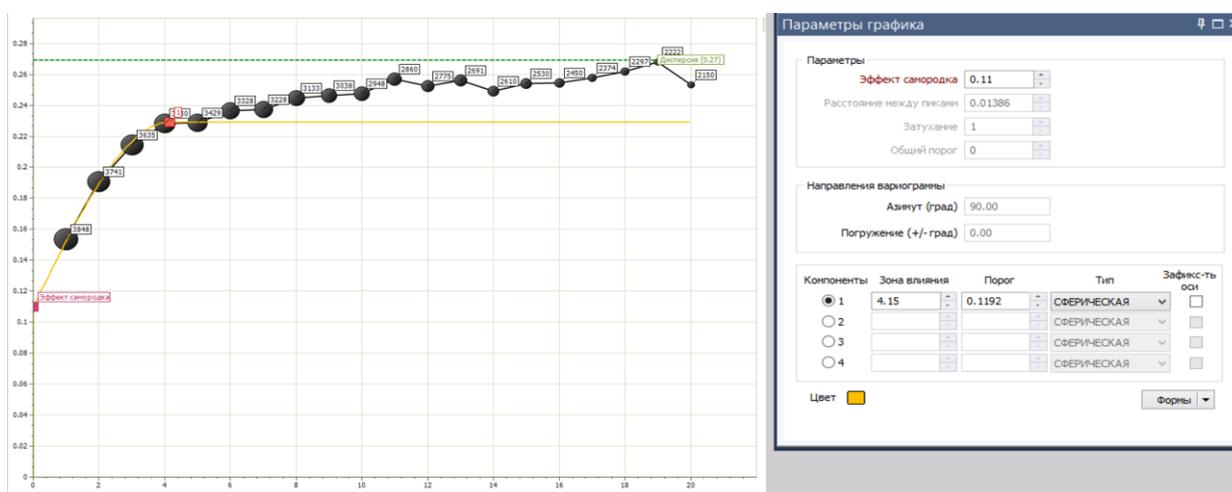


Рисунок 4.3 – Вариограмма вниз по скважине в домене W_4

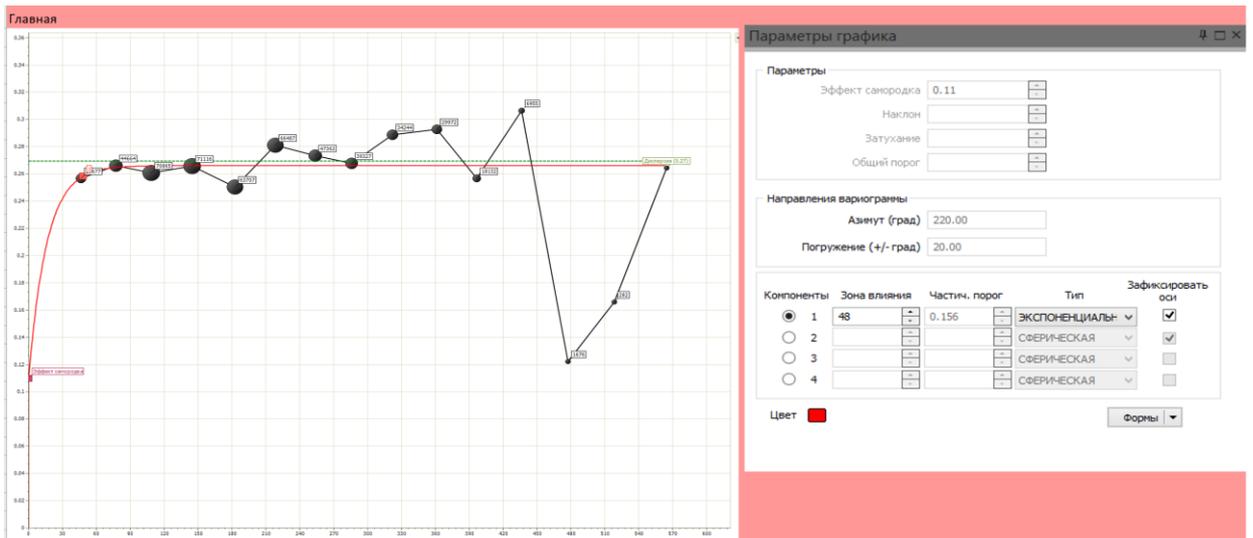


Рисунок 4.4 – Вариограмма по главной оси в домене W₄

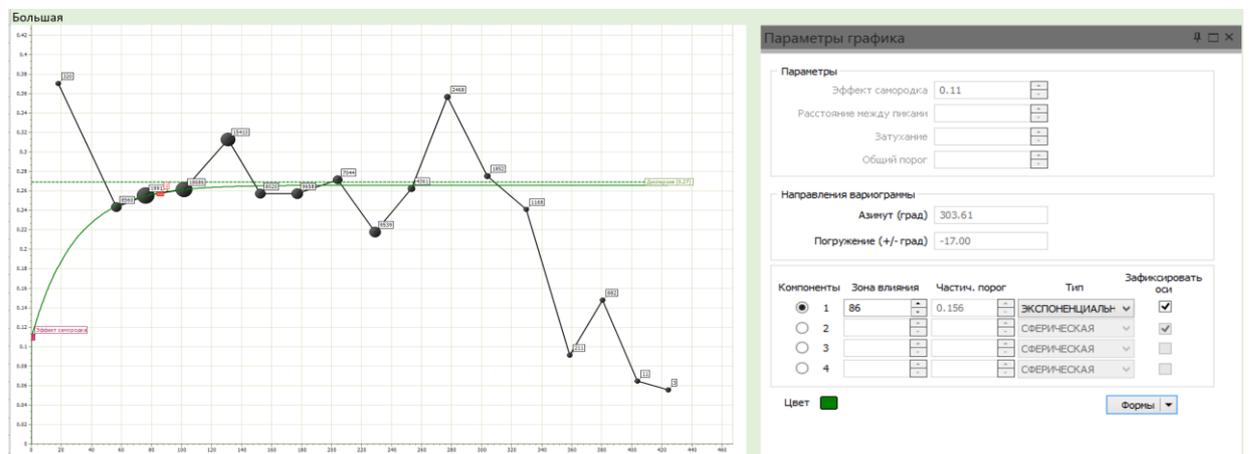


Рисунок 4.5 – Вариограмма по большой оси в домене W₄

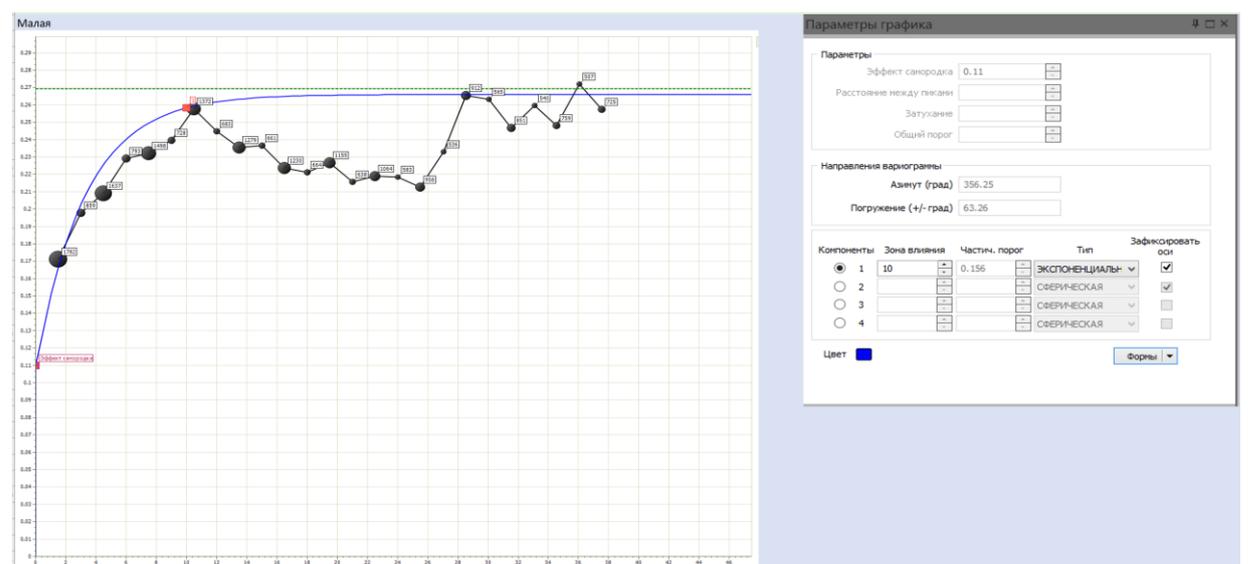


Рисунок 4.6 – Вариограмма по малой оси в домене W₄

4.3 Интерполяция содержаний

Блочная модель была построена внутри каркасов зоны минерализации. Размер материнского блока был принят 20м x 20м x 10м. Точность объемов достигается за счет разделения модели на субблоки по границам каркаса доменов с минимальным размером субблока 4м x 4м x 2м.

Параметры блока были выбраны исходя из:

- Скважины колонкового бурения расположены с хорошей равномерностью 40м x 40м. Размер материнского блока составляет примерно 50% от шага между скважинами, что находится в пределах геостатистического правила, по которому размер должен составлять от 1/2 до 1/3 шага.
- Высота Z кратна наиболее вероятному уступу карьера – 5 м.

Интерполяция содержаний золота в пустую блочную модель осуществлялась с помощью метода ординарного кригинга (ОК) для данных с удовлетворительной степенью достоверности на основании параметров из вариограмм непрерывности содержаний. Параметры поискового эллипса выбирались исходя из расстояния разведочной сети, поскольку некоторые зоны влияния вариограмм превышали шаг между скважинами. При интерполяции использовался фильтр по каркасам, так чтобы композиты, принадлежащие к чужому каркасу, не оказывали влияния на интерполируемый. Данный метод считается приемлемым, поскольку он обеспечивает учет пространственного изменения между пробами, а данные разгруппированы, чтобы не завязать содержание [1].

Ориентация минерализации при моделировании рудных тел может быть выражена в виде 3D эллипсоида поиска. Эллипсы поиска, используемые при оценке, учитывают направления вариограмм и по методу 4-фазного поиска в первую очередь прогоняются по жестким требованиям наиболее достоверные значения. При последующих прогонах применяются все более и более крупные эллипсы, и менее жесткие требования.

Параметры для интерполяции выбираются при наличии как минимум 6 композитов в зоне Измеренных ресурсов, 3 в зоне Выявленных и 1 в зоне Предполагаемых ресурсов.

Первые радиусы поиска для всех эллипсоидов были выбраны с расстоянием $\frac{1}{2}$ разведочной сети. Ячейки модели, которые не получали оценку содержания в ходе первой интерполяции, использовались в следующей интерполяции с более длинным радиусом поиска, немного большим $\frac{2}{3}$ сети, для более уверенного захвата проб в промежуточных и краевых блоках. При третьей интерполяции диапазон составлял немного больше, чем среднее расстояние сети, также для более уверенного захвата промежуточных и удаленных блоков. При четвертой интерполяции бралось произвольно большое расстояние, для того чтобы можно было охватить самые удаленные от проб блоки [1].

Поскольку сеть скважин в пределах каждого участка равномерная, для каждого отдельного домена не определялись отдельные зоны влияния, а

использовались по участку в целом. При этом вариограммы были индивидуальны для каждого домена. Диапазоны и параметры эллипсоидов приведены в таблице 4.1.

Декластеризация эллипса была выполнена в процессе интерполяции с помощью четырех секторов. Максимальное количество композитов на сектор, допустимое для интерполяции, было равным 30 во избежание чрезмерного усреднения данных [1].

Таблица 4.1 – Параметры эллипсоидов поиска

Domain	Pass	Мин	Макс	Зоны влияния	Деление	Направление поиска	Метод оценки	плотность сети
West	Pass 1	6	30	20x20x10	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 2	3	30	30x30x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 3	1	30	45x45x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 4	1	30	60x60x30	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
South	Pass 1	6	30	20x20x10	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 2	3	30	30x30x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 3	1	30	50x40x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 4	1	30	60x60x30	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
Merid	Pass 1	6	30	20x20x10	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 2	3	30	30x30x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 3	1	30	45x30x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 4	1	30	60x60x30	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
East	Pass 1	6	30	20x20x10	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 2	3	30	30x30x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 3	1	30	50x40x15	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40
	Pass 4	1	30	60x60x30	5X5X5	вариограмма	ОК	40x40

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания магистерской диссертации, были достигнуты цели по изучению особенностей геологического строения Иткудук-Бактайской зоны смятия и рассланцевания, а также определено место месторождения в истории формирования региона. Согласно полученным данным, был доказан осадочный генезис оруденения и принадлежность месторождения к черносланцевому генетическому типу. На основе этого были сделаны следующие выводы:

- Геологическая природа оруденения обуславливает литологический контроль минерализации, что получило подтверждение в материале шлифов и аншлифов, а также при статистическом анализе проб.

- Каркасное моделирование зон минерализации необходимо осуществлять с учетом разделения разреза месторождения на литологические разности (пачки).

- При получении вариограмм и задании основных параметров для эллипсоидов поиска важно учитывать элементы залегания слоев.

Основным практическим результатом исследования является модель минерализации месторождения, обеспечивающая достоверную и достаточно точную оценку запасов.

В дальнейшем можно рекомендовать более подробное изучение геодинамической обстановки первичного осадочного бассейна и механизма отложения золота. Совершенно ясно, что оруденению подвержены не только первичные углистые алевриты и сланцы, но и другие породы разреза. Важно выделить этапы и порядок формирования минерализации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Отчет о минеральных ресурсах по месторождению Карьерное в соответствии с кодексом KAZRC. Компания ТОО «GeoMineProject». 2020.
- 2 Стасив И.В., Волошин В.В., Поздняков Н.М., Бицура А.А., Пшеничников В.Н., Скрипниченко А.Ф. Отчет по проведению детальных поисков на площади Пустынное и поисково-оценочных работ на участке Западный за 1979-1983 гг., 1983.
- 3 Марченко Л.Г., Комашко Л.В., Левин В.Л., Котельников П.Е., Глаголев В.А. Формы нахождения платиноидов в золоторудных месторождениях «черносланцевого» типа в Казахстане // Известия НАН РК. Сер. геологическая. 2007. -№ 6. -С. 20-26.
- 4 А. М. Дж. Шенгёр, Б. А. Натальин, В. С. Буртман. Тектоническая эволюция Алтаид. – 1994.
- 5 Абишев В.М., Беспаяев Х.А., Глоба В.А., Гуляева Н.Я. Справочник. Месторождения золота Казахстана. Информационно-аналитический центр геологии Республики Казахстан, Алматы, 1997.
- 6 Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата. 1980. – 224 с.
- 7 Армстронг М. Перевод Р.М. Фомкина. Основы линейной геостатистики. Фонтанебло, 1998.
- 8 Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика: теория и практика. Наука, Москва, 2010.
- 9 Каждан А.Б., Гуськов О.И, Шиманский А.А. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. Москва: Недра, 1979.
- 10 Дюсембаева К.Ш. Микроскопическое исследование руд золота. Учебное пособие, Алматы, 2011, – 134 с.
- 11 Дюсембаева К.Ш. Диагностика рудных минералов по их оптическим и физическим свойствам. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Лабораторные методы исследования полезных ископаемых» для студентов специальности «5В070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Алматы: КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2013. 1-32 с.
- 12 Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. – 304 с.
- 13 Рафаилович М.С. Геолого-геохимические особенности и геохимическая зональность золотого оруденения в черных сланцах (на примерах гигантских месторождений Средней Азии и Казахстана) // Известия НАН Республики Казахстан, Сер. геол. 2003. -№ 2. -С. 17-32.
- 14 Буряк В. А. Пространственно-временная эволюция состава изотопов серы золоторудных месторождений среди углеродистых толщ. // ДАН СССР, 1987. -Т. 295. -№ 1.-С. 160-164.
- 15 Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Монография. — Ленинград: Наука, 1988. — 272 с.

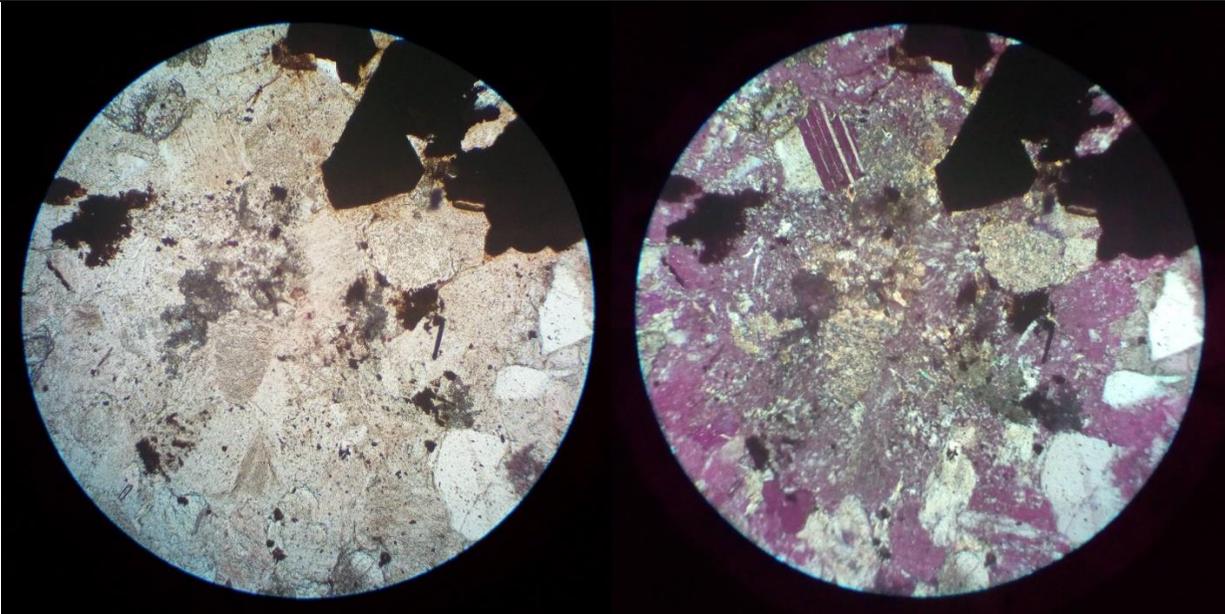
- 16 Андреев Б.С. Пирит золоторудных месторождений. Москва: Недра, 1992. – 143 с.
- 17 Гаврилов А.М., Новожилов Ю.И. Золотосульфидные месторождения в углеродисто-терригенных толщах. ЦНИГРИ, Москва, 1999. – 175 стр.
- 18 Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых: Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 368 с.
- 19 А.Т.Бекботаев, А.А.Бекботаева. Микроскопия петрогенных минералов, Учебное пособие. – Алматы, 2015. – 200 стр.
- 20 Бекботаев А.Т., Иманбаева Н.Ф. Магматические горные породы. Методические указания к лабораторным занятиям. – Алматы: КазНТУ. 2004.
- 21 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы 2017. – 47с.

Приложение – Литолого-петрографическое описание шлифов

Образец № К-1: мелкозернистый песчаник	36
Образец № К-3: песчаник полимиктовый	38
Образец № К-4: полимиктовый песчаник, с прожилками кварца	40
Образец № К-5: аргиллит	42
Образец № К-6: карбонатизированный алевропелит	44
Образец № К-10: углистый алевролит	46
Образец № К-11: аркозовый песчаник	48
Образец № К-13: аргиллит	50
Образец № К-16: кварц-серицитовый алевропелит	52
Образец № К-17: полимиктовый песчаник	54
Образец № К-18: неравномернозернистый песчаник	56
Образец № К-19: слоистая осадочная порода	58
Образец № К-21: конгломерат полимиктовый	60
Образец № К-24: аркозовый песчаник	62
Образец № К-37: миндалекаменный базальт	64
Образец № К-49: оливинное габбро	66
Образец № К-38: серпентинит	67

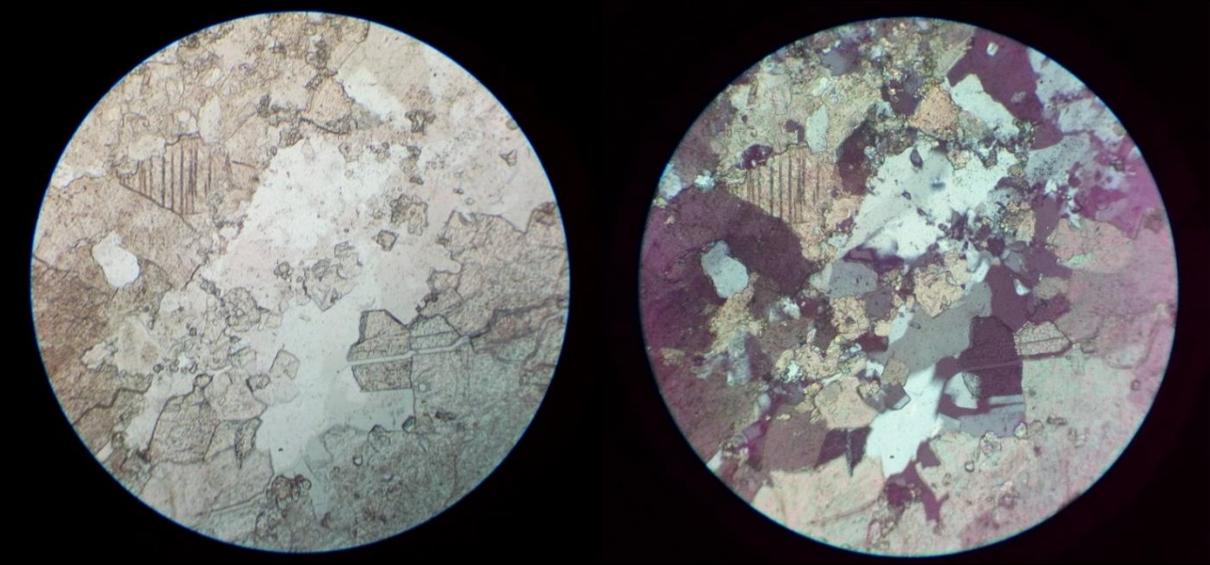
Образец № К-1: мелкозернистый песчаник

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	8,9 м.
Фотографии керна	
Текстура	Массивная

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Псаммитовая, среднезернистая, обломки частично окатанные, угловатые. Цемент базальный, обломки заключены в цементирующем материале (серицито-карбонат-кварцевого состава) и не соприкасаются</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Обломочный материал представлен кварцем (q), кальцитом (ca), редкими обломками плагиоклаза (pg) и калишпата (kf), а также серицитом (se) в качестве цемента.</p> <p><i>Кварц</i> представлен мелкими и относительно крупными зернами неправильной формы как с нормальным, так и в редких случаях, с волнистым погасанием. Наиболее крупные обломки кварца замутнены мельчайшими включениями.</p> <p><i>Плагиоклаз и калишпат</i> серицитизированы, пелитизированы, в плагиоклазе наблюдаются полисинтетические двойники.</p> <p><i>Кальцит</i> представлен зернами неправильной формы с характерной для него совершенной спайностью (75°) и двойникованием. Также представлен единичными прожилками.</p> <p><i>Акцессорные минералы:</i> рудные – пирит и арсенопирит</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Мелкозернистый песчаник, серицитизированный, карбонатизированный</p>

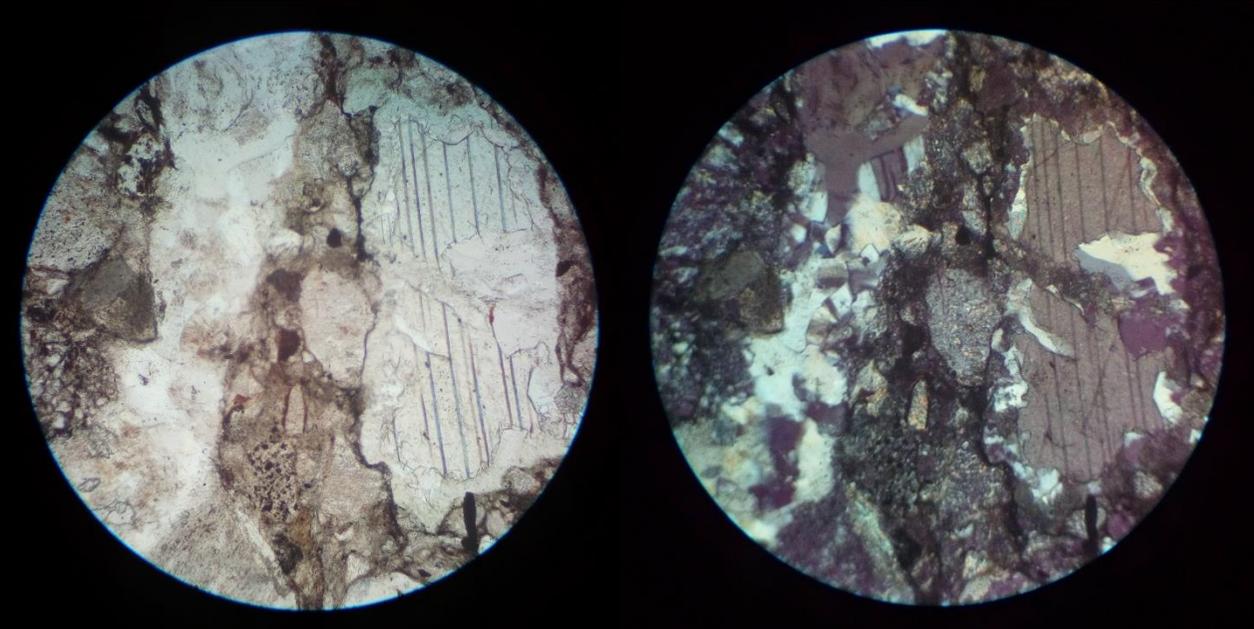
Образец № К-3: песчаник полимиктовый

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	45,3 м.
Фотографии керна	
Текстура	Массивная

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Структура псаммитовая, среднезернистая, обломки угловатые или слабоокатанные Цемент конморфный, зерна имеют неправильные очертания и плотно располагаются друг к другу. Местами поровый.</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Обломочный материал представлен кварцем (q), кальцитом (ca), редкими обломками плагиоклаза (pg) и калишпата (kf).</p> <p><i>Кварц</i> представлен среднего размера зернами неправильной формы. Вторичных изменений не наблюдается. В отдельных участках кварц и кальцит выполняют прожилки.</p> <p><i>Кальцит</i> представлен зернами неправильной формы с характерной для него совершенной спайностью (75⁰) и двойникованием.</p> <p><i>Плагиоклаз и калишпат</i> серицитизированы. Калишпат представлен ортоклазом и микроклином, с характерной «решеткой». В плагиоклазе наблюдаются полисинтетические двойники.</p> <p><i>Мусковит</i> представлен единичными зернами. Легко отличается от других минералов по весьма совершенной спайности, характерной форме зерен и высоким цветам интерференции.</p> <p><i>Акцессорные минералы:</i> рудные – пирит и арсенопирит в виде отдельных зерен характерного габитуса; циркон.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Полимиктовый песчаник</p>

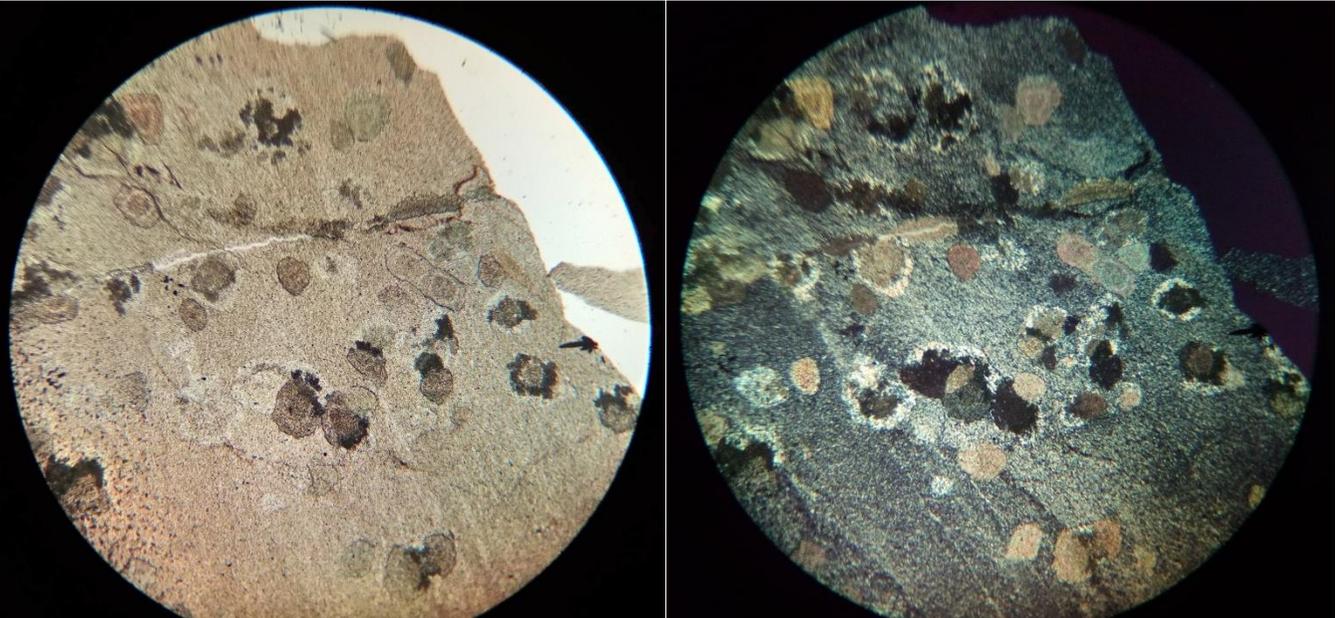
Образец № К-4: полимиктовый песчаник, с прожилками кварца

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	63,15 м.
Фотографии керна	
Текстура	Массивная

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Структура псаммитовая неравномернозернистая. Размеры обломков от 0,06-0,1 мм. Форма обломков различная - от хорошо окатанных до угловатых, ребристых с острыми краями. Цемент - базальный</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Обломочный материал представлен кварцем (q), кальцитом (ca), редкими обломками плагиоклаза (pg) и калишпата (kf), слюдой.</p> <p><i>Кварц</i> представлен среднего размера зернами неправильной формы и выполняет прожилки.</p> <p><i>Кальцит</i> представлен зернами неправильной формы с характерной для него совершенной спайностью (75⁰) и двойникованием.</p> <p><i>Калий и натриевые полевые шпаты</i> серицитизированны, в плагиоклазе наблюдаются полисинтетические двойники.</p> <p><i>Акцессорные минералы:</i> рудные – пирит, в виде отдельных зерен кубической формы.</p> <p>Цемент составляют тонкозернисты минералы кварца, серицита и кальцита.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Полимиктовый песчаник, с прожилками кварца</p>

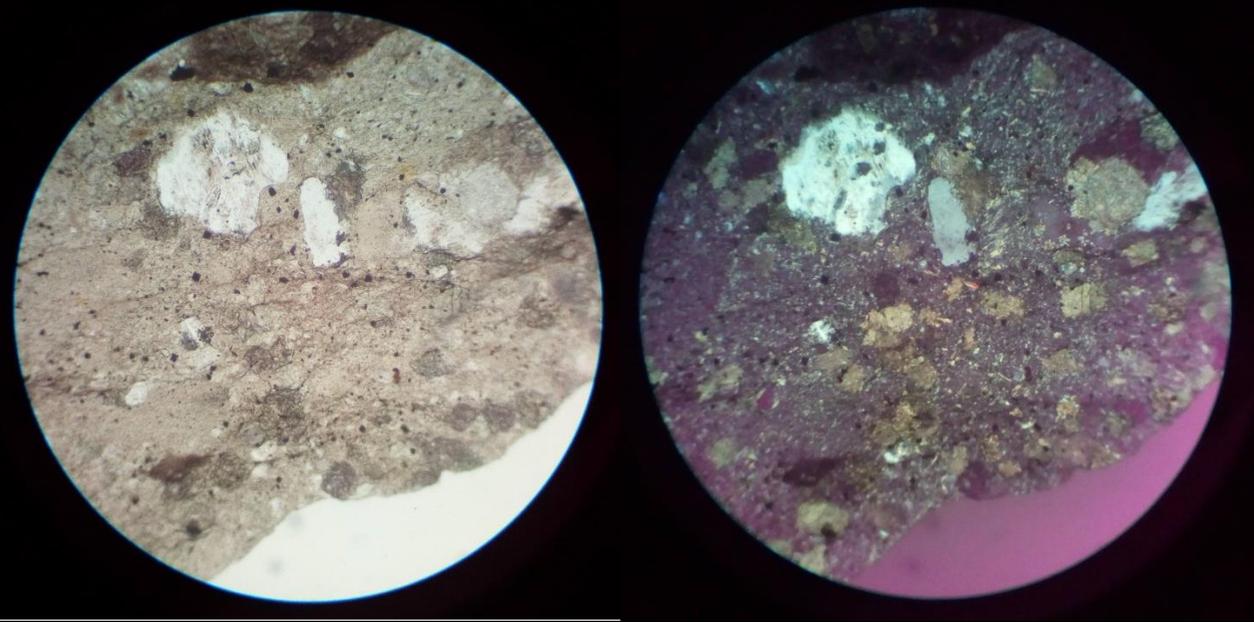
Образец № К-5: аргиллит

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	84 м.
Фотографии керна	 <p>The photograph shows a wooden box containing three sections of a dark grey, massive argillite core. A white label is attached to the top of the box with handwritten details in blue ink. The label includes the following information:</p> <ul style="list-style-type: none"> Месторождение: «Карьерное» Участок: Зипучный Номер скважины: DDH17_10 Дата: 07.08.17 Номер ящика: 3132 От: 83.9 м До: 89.7 м <p>Below the label, the wooden box is marked with the following handwritten text: DDH 17-10, Зип Карьерный, 07.08.17, 07-83.9, 90-86.8, Ящик 31. A small tag with the number 84.0 is also visible on the top section of the core.</p>
Текстура	Массивная

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Структура пелитовая, скрытокристаллическая.</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Порода представлена сплошной массы глинистого вещества и кальцита. Встречаются единичные, маломощные прожилки кварца. По всей поверхности шлифа отмечаются многочисленные оолиты кальцита и доломита, местами с концентрически зональным строением. Края некоторых оолитов обрамлены серицитом. Рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом, характерной игольчатой формы.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Аргиллит</p>

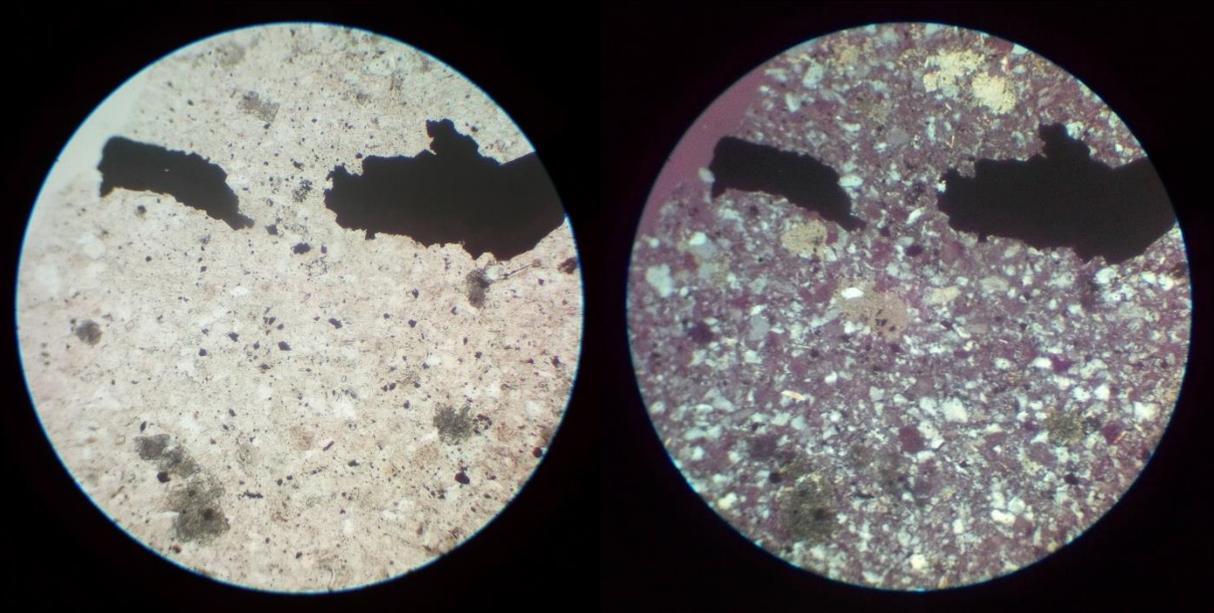
Образец № К-6: карбонатизированный алевропелит

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	87,7 м.
Фотографии керна	 <p>The photograph shows a rock core sample housed in a wooden box. A white label is attached to the top of the box, containing handwritten information in blue ink. The label includes the following details: <ul style="list-style-type: none"> Месторождение: «Карьерное» Участок: Западная Номер скважины: DDH17_10 Дата: 08.17 Номер ящика: 3132 От: 83.9 м До: 89.7 м To the right of the text on the label is a color calibration chart with several colored squares. The core sample itself is visible through a clear plastic window in the box, showing a dark, layered rock structure. A small white tag with the number '87.0' is attached to the core. </p>
Текстура	Слоистая

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Структура алевропелитовая. Цемент – базальный.</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Цемент представлен карбонат-глинистым материалом. В массе выделяются обломки алевроитового размера: кварца (q), кальцита (ca), доломита (d) и др.</p> <p><i>Кварц</i> представлен среднего/малого размера зернами округлой и неправильной формы.</p> <p>Аллотигенные минералы, <i>кальцит</i> и <i>доломит</i>, представлены характерными зернами. Кальцит – неправильной формы с двойниками. Доломит – ромбоэдрическими зернами, местами зональными.</p> <p>Акцессорные минералы представлены в основном цирконом и рудными минералами.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Карбонатизированный алевропелит</p>

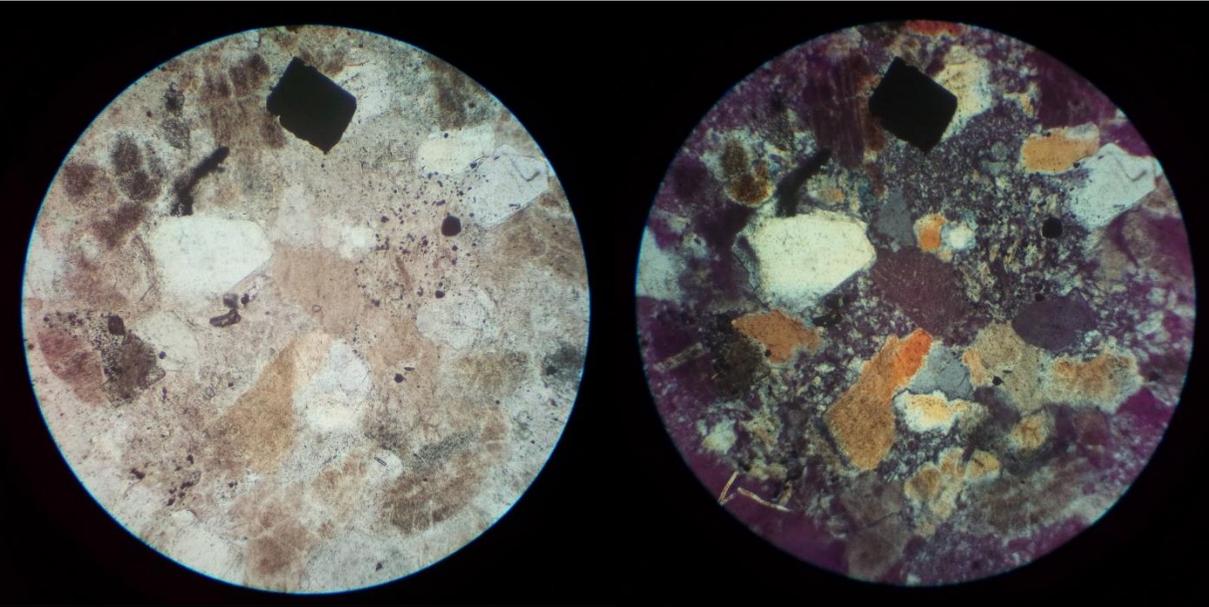
Образец № К-10: углистый алевролит

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	268,2 м.
Фотографии керна	
Текстура	Слоистая

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Структура алевритовая. Цемент – базальный, хлорит-серицитового состава</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>В породе отмечаются алевритового размера (0.1-0.01 мм) зерна кварца (q), кальцита (ca), полевых шпатов (f). По центру шлифа проходит прожилок, заполненный крупными кристаллами кварца, и более мелкими гипса и ангидрита. <i>Гипс</i> (gi) представлен мелкими, плоскотаблитчатыми зернами. <i>Ангидрит</i> (an) представлен толстостолбчатыми, призматическими минералами, безцветными в одном николе и с высокими цветами в скрещенных Также отмечаются аксессуарные минералы: <i>мусковита</i> (m) – в виде мелких отдельных зерен, отличимых по высоким цветам интерференции и весьма совершенной спайности; <i>циркон</i> (zr) - отдельные зерна с резким рельефом (размером 0.05-0.01 мм) и высокими цветами интерференции, рудные минералы – пирит, арсенопирит.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Углистый алевролит</p>

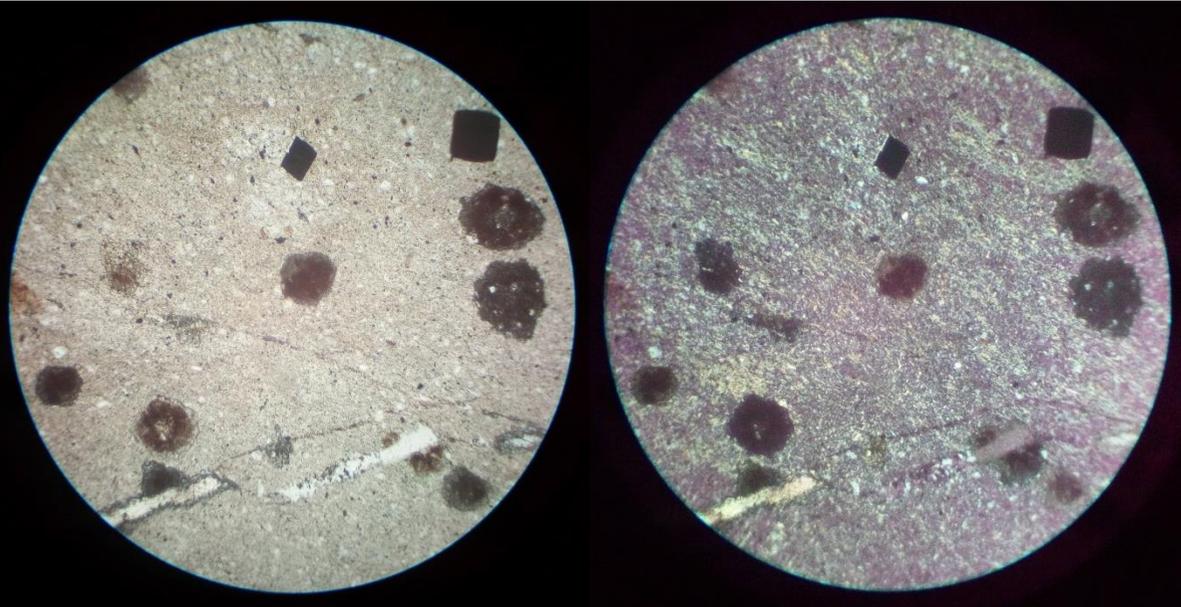
Образец № К-11: аркозовый песчаник

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	300,8 м.
Фотографии керна	
Текстура	Слоистая

Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	Равномернозернистая, псаммитовая.
Минеральный состав	Порода состоит из полуокатанных зерен кварца, полевого шпата, пластинок серицита. Тип цемента серицит-глинистый, характер цементации базальный и соприкосновения. Наблюдается сеть кварцевых прожилков и кальцита. Пирит встречается в виде небольших скоплений, у некоторых стерты грани, а также видны единичные кристаллы в виде куба. Пирита много.
Класс пород	Осадочная горная порода
Название	Аркозовый песчаник

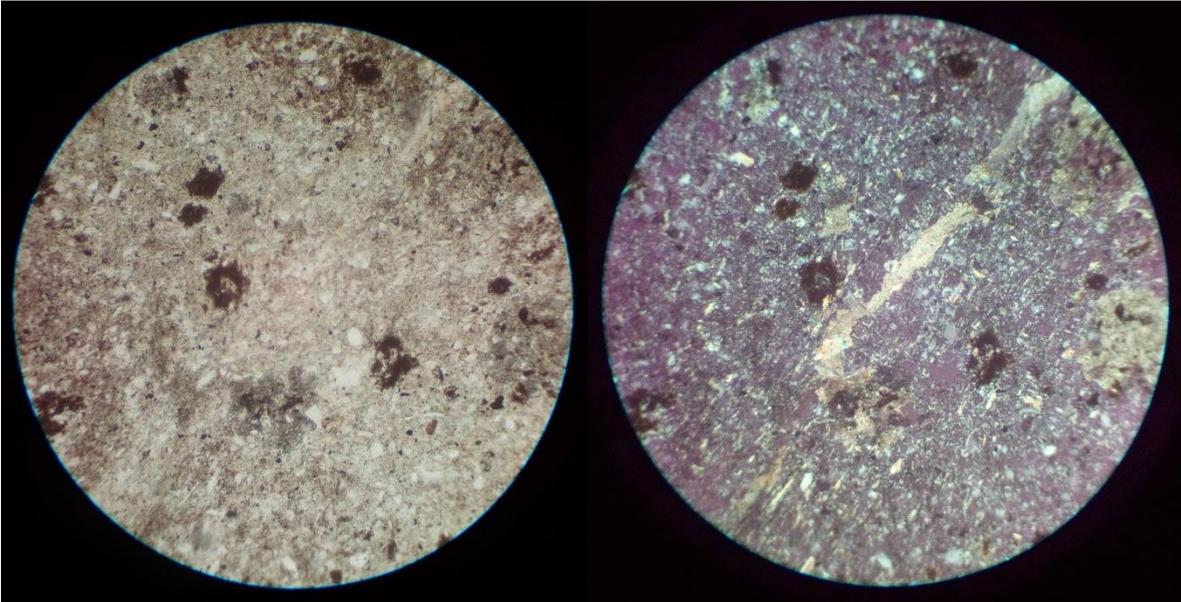
Образец № К-13: аргиллит

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_10
Интервал отбора	347,4 м.
Фотографии керна	
Текстура	Массивная, тонкослоистая

Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	Пелитовая
Минеральный состав	Образец представлен сплошной кварц-карбонат-глинистой породой. По всей поверхности шлифа отмечаются многочисленные оолиты кальцита и доломита, местами с концентрически зональным строением. Края некоторых оолитов обрамлены серицитом. Рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом, характерной игольчатой формы. Наблюдаются единичные прожилки кальцита.
Класс пород	Осадочная горная порода
Название	Аргиллит

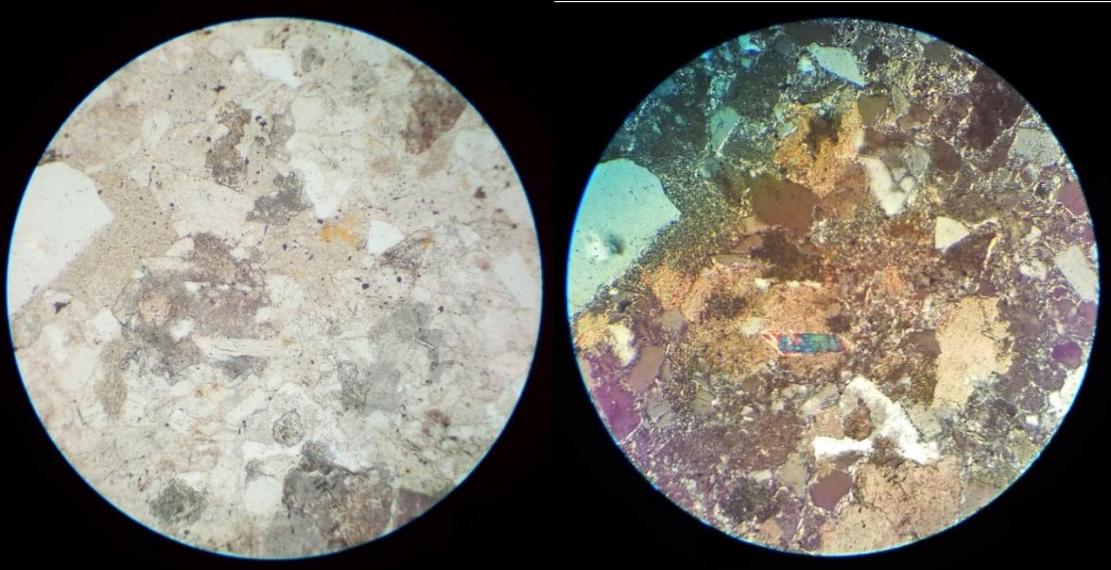
Образец № К-16: кварц-серицитовый алевропелит

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_87
Интервал отбора	41,2 м.
Фотографии керна	 <p>The photograph shows a wooden box containing three cylindrical rock core samples wrapped in grey material. Above the samples is a white label with handwritten information in Russian. The label includes: <ul style="list-style-type: none"> Месторождение: «Карьерное» (Deposit: «Kar'yernoye») Участок: КАРЬЕРНЫЙ (Plot: KAR'YERNYY) Номер скважины: DDH 17-87 (Well number: DDH 17-87) Дата: 12.07.17 (Date: 12.07.17) От: 39.2 (From: 39.2) Номер ящика: 15-16 (Box number: 15-16) До: 44.7 (To: 44.7) To the right of the label is a color calibration chart with a grid of colored squares. Below the label, the wooden box has additional handwritten markings: DDH 17, 10.07.17, К. КАРЬЕРНЫЙ, 01-39.2, 40-49.0, and Ящик - 15. A small white tag with the number 40,0 is attached to the top core sample.</p>
Текстура	Массивная, тонкослоистая

Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	Алевропелитовая
Минеральный состав	Порода состоит из мелкокристаллических зерен кварца (размер 0,05-0.1 мм), который бывает как угловатым, так и слабо окатанным. Отмечаются многочисленные тонкие зерна серицита. Цементирующая масса представлена кварц-карбонат-глинистым материалом.
Класс пород	Осадочная горная порода
Название	Кварц-серицитовый алевропелит

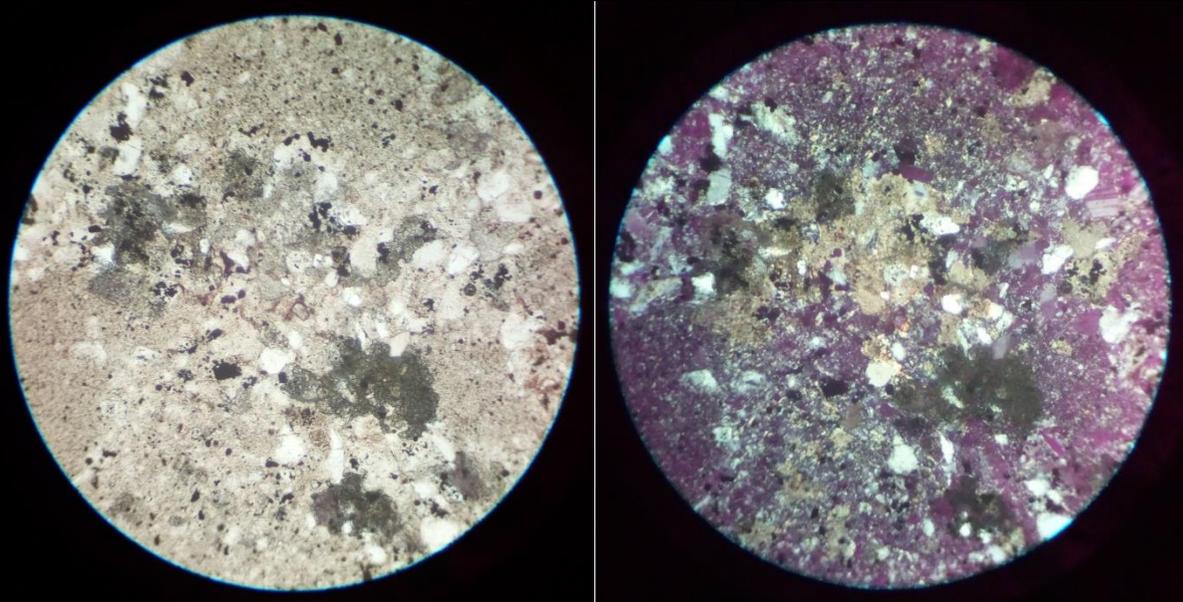
Образец № К-17: полимиктовый песчаник

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_87
Интервал отбора	70,1 м.
Фотографии керна	 <p>The photograph shows a core sample in a wooden box. A white label is attached to the top of the box with handwritten information. The label includes the following details:</p> <ul style="list-style-type: none"> Месторождение: «Карьерное» Участок: КАРЬЕРНЫЙ Номер скважины: DDH 17-87 Дата: 12.07.17 От: 67.0 Номер ящика: 25-26 До: 72.7 <p>A color calibration chart is visible on the right side of the label. The core sample itself is dark and appears to be a poly-mictic sandstone. The box has handwritten labels on the front edge: 'DDH17-87', '12.07.17', 'У-КАРЬЕРНЫЙ', 'От-67.0', 'До-72.7', 'Ящ-26'.</p>
Текстура	Массивная

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Неравномернoзерная, псаммитовая. Тип цемента – базальный, в местах плотного соприкосновения преобладает поровый тип цемента.</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Обломочный материал представлен кварцем (q), кальцитом (ca), полевыми шпатами (f), мусковитом (m). <i>Кварц</i> представлен среднего размера и относительно крупного размера зернами. Обломки в основном окатанные и слабоокатанные, угловатые. <i>Кальцит</i> представлен зернами неправильной формы с характерной для него совершенной спайностью (75°) и двойникованием. Встречаются отдельные кристаллы доломита. <i>Каилий и натриевые полевые шпаты</i> серицитизированны, пелитизированы, в плагиоклазе наблюдаются полисинтетические двойники. <i>Мусковит</i> представлен единичными зернами, больше чем в других образцах. Легко отличается от других минералов по весьма совершенной спайности, характерной форме зерен и высоким цветам интерференции. <i>Акцессорные минералы:</i> рудные – пирит, в виде отдельных зерен кубической формы; арсенопирит в виде игольчатых зерен.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Полимиктовый песчаник</p>

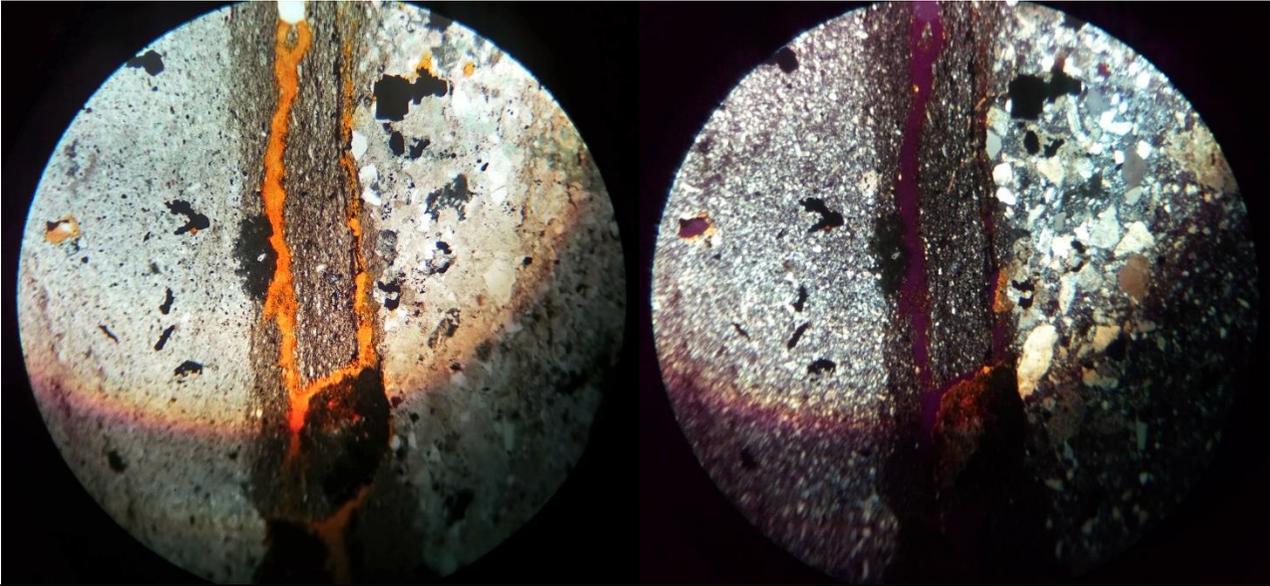
Образец № К-18: неравномернозернистый песчаник

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_87
Интервал отбора	97,4 м.
Фотографии керна	
Текстура	Массивная

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Неравномернoзернстая, псаммитовая. Тип цемента – базальный, в местах плотного соприкосновения преобладает поровый тип цемента.</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Порода состоит из плохо сортированных зерен кварца (q) (размерность от 1 до 0,05 мм), калишпата (kf), плагиоклаза (pg), карбонатов. От предыдущего образца отличается обильной карбонатизацией и большого количества серицита в цементе.</p> <p><i>Кварц</i> представлен среднего размера и малого размера зернами. Обломки в основном окатанные.</p> <p><i>Кальцит</i> представлен зернами неправильной формы с характерной для него совершенной спайностью (75⁰) и двойникованием. Встречаются отдельные кристаллы доломита.</p> <p><i>Калий и натриевые полевые шпаты</i> серицитизированны, пелитизированы, в плагиоклазе наблюдаются полисинтетические двойники.</p> <p><i>Акцессорные минералы:</i> рудные – пирит, в виде отдельных зерен кубической формы; арсенопирит в виде игольчатых зерен; <i>циркон</i> (zr) - отдельные зерна с резким рельефом (размером 0.05 мм) и высокими цветами интерференции.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Неравномернoзернистый песчаник</p>

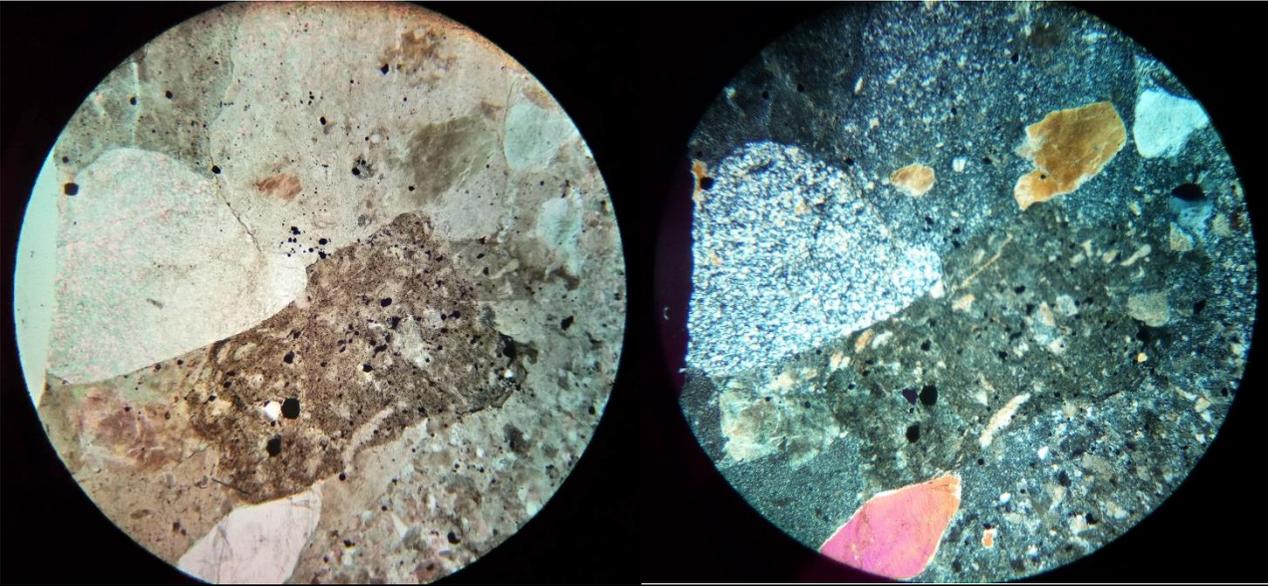
Образец № К-19: слоистая осадочная порода

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_7
Интервал отбора	23,1 м.
Фотографии керна	
Текстура	Слоистая

Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	<p>Представляет собой тонкое переслаивание алевrolита (40 %), мелкозернистого песчаника (35%), также слойки пелита с параллельными прожилками лимонита (25%). Распределение структуры породы соответственно: алевrolитовая, псаммитовая, пелитовая.</p>
Минеральный состав	<p>Все перечисленные породы имеют полимиктовый состав. Характеризуются слабоокатанными зернами кварца (q), плагиоклаза (pg), калиевых полевых шпатов (kf), сгустками карбонатного материала (ca, d, mg).</p> <p>Состав тонкого прослоя пелита представляют мелкие кварц-серицитовые зерна и углисто-глинистый материал. К этому прослою приурочен ветвящийся прожилок лимонита. Кроме основных минеральных обломков в песчанике наблюдаются кристаллы пирита, циркона, в качестве акцессорных.</p>
Класс пород	Осадочная горная порода
Название	Слоистая осадочная порода, углистая

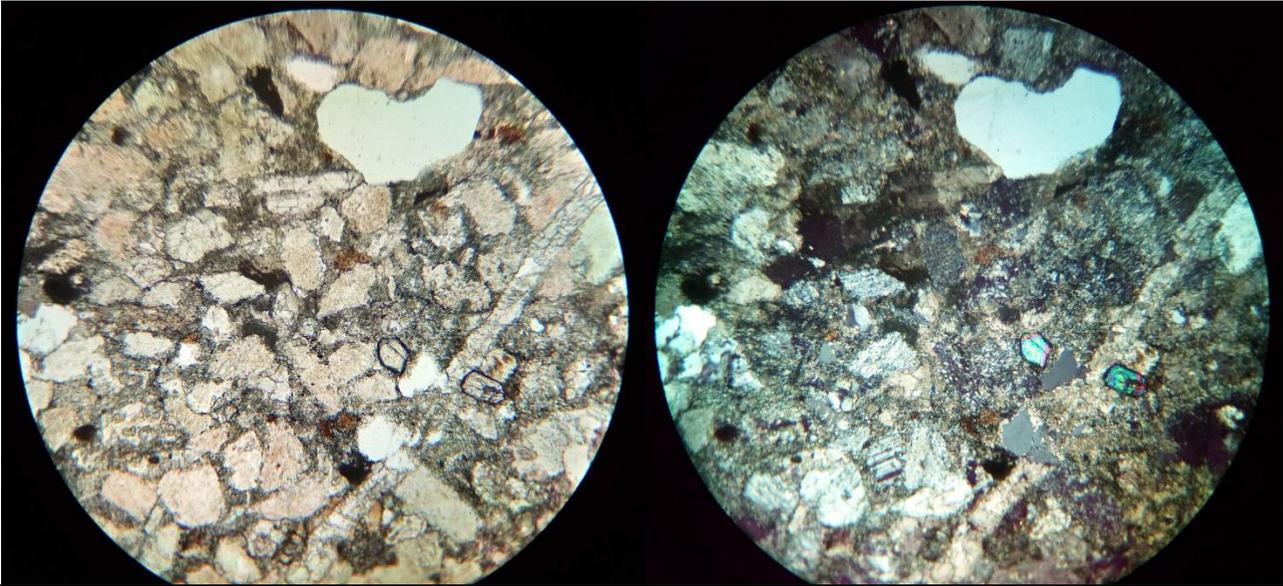
Образец № К-21: конгломерат полимиктовый

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_72
Интервал отбора	32 м.
Фотографии керна	 <p> <i>DDH 17-72 5. Карьерный 18.07.17 01-25.8 30-28.4 32 м</i> Место рождения: «Карьерное» Номер скважины: DDH17_72 Дата: 19.07.17 От: 28,7 м Номер ящика: 11-12 До: 33,9 м Участок: Ю2 </p> <p> <i>DDH 17-72 5. Карьерный 18.07.17 01-31.3 30-33.9 32 м</i> 32 32 м </p>
Текстура	Массивная

Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	Псефитовая, конгломератовая. Тип цемента - поровый
Минеральный состав	<p>Порода псефитовой структуры и состоит из обломков различных пород и минералов. Обломки минералов представлены: кварцем (разных размеров и окатанности), внутри которого выделяются тонкие кристаллы циркона, напоминая пойкилитовую структуру.</p> <p>Обломки терригенных пород – полимиктовых песчаников, алевролитов, пелитов также разных размеров и окатанности. Цементирующая масса представлена раздробленным материалом этих же пород и минералов. Отмечается значительное количество рудного минерала – пирита.</p>
Класс пород	Осадочная горная порода
Название	Конгломерат полимиктовый

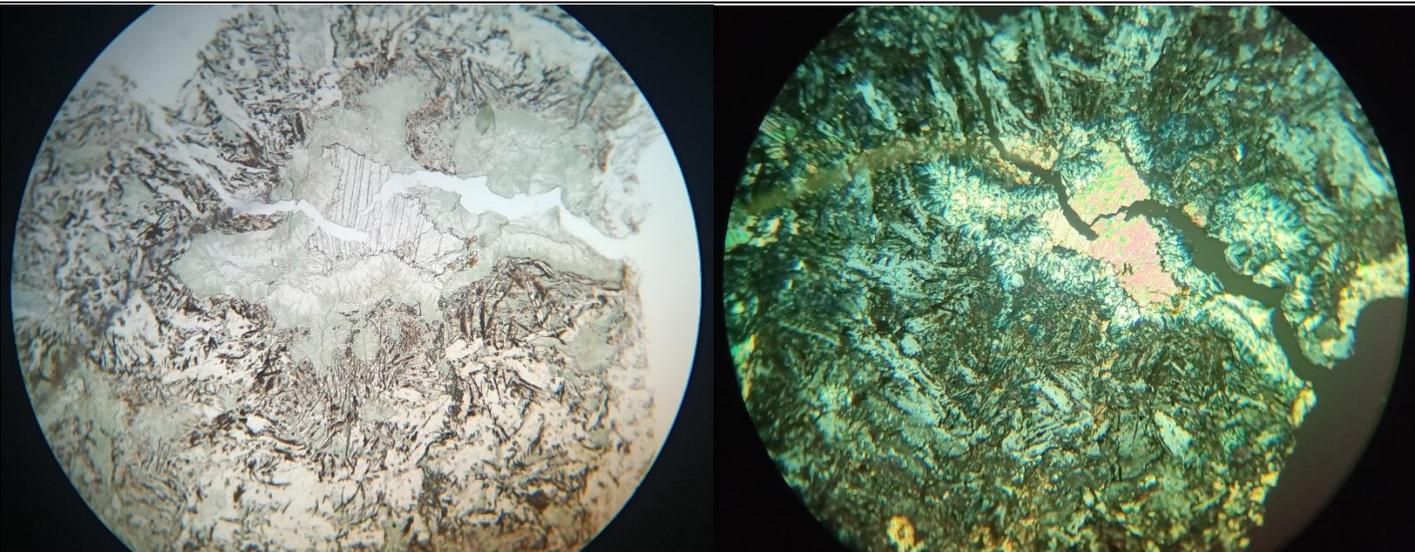
Образец № К-24: аркозовый песчаник

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_155
Интервал отбора	49 м.
Фотографии керна	
Текстура	Массивная

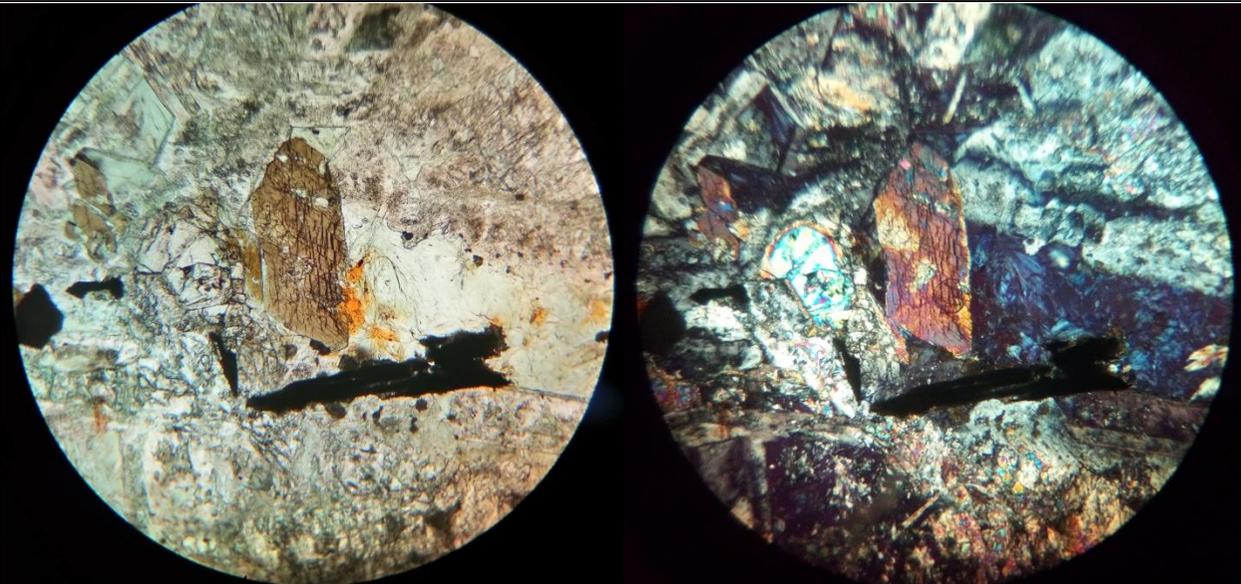
<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Псаммитовая. Тип цемента - поровый</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Порода состоит из плохо сортированных зерен кварца (q) (размерность от 1 до 0,05 мм), калишпата (kf), плагиоклаза (pg), карбонатов по прожилкам.</p> <p><i>Кварц</i> представлен среднего размера и малого размера зернами. Обломки в основном окатанные.</p> <p><i>Кальцит</i> представлен зернами неправильной формы с характерной для него совершенной спайностью (75⁰) и двойникованием. В основном выполняет прожилки.</p> <p><i>Калий и натриевые полевые шпаты</i> серицитизированны, пелитизированы, в плагиоклазе наблюдаются полисинтетические двойники.</p> <p><i>Акцессорные минералы:</i> рудные – пирит, в виде отдельных зерен кубической формы; арсенопирит в виде игольчатых зерен; <i>циркон</i> (zr) - отдельные зерна с резким рельефом и высокими цветами интерференции (IV квадрант).</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Осадочная горная порода</p>
<p>Название</p>	<p>Аркозовый песчаник</p>

Образец № К-37: миндалекаменный базальт

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_69
Интервал отбора	8 м.
Фотографии керна	 <p> Месторождение: «Карьерное» Участок: ЮЖНЫЙ Номер скважины: ДН-0069 Дата: 27.06.2017 Номер ящика: 3-4 От: 5,8 м До: 11,3 м </p>
Текстура	Массивная

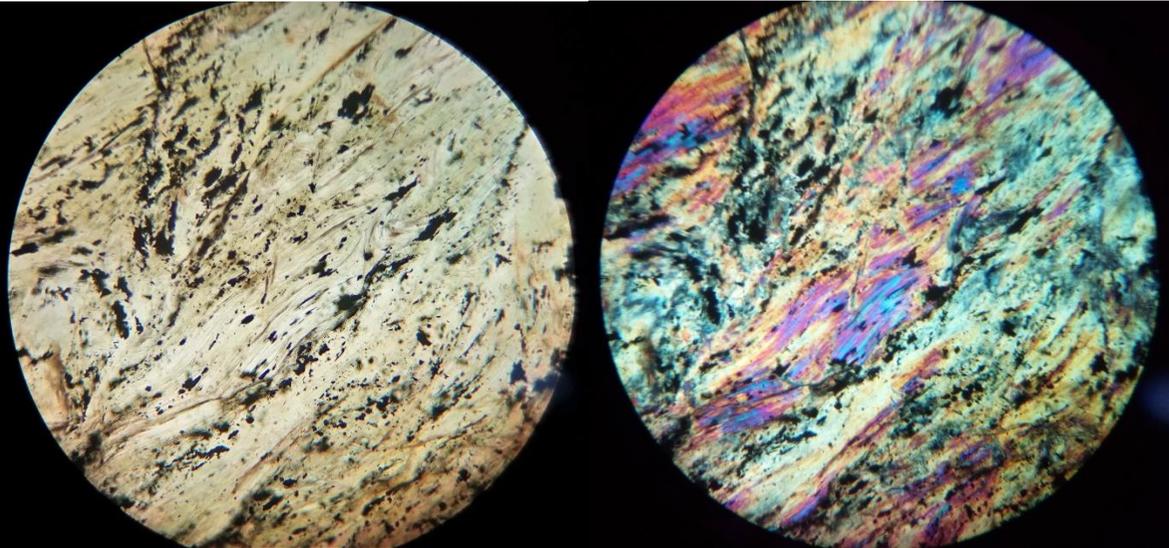
Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	Миндалекаменная, интерсерральная
Минеральный состав	Порода в основном состоит из микролитов плагиоклаза , расположенных беспорядочно и темно-бурого вулканического стекла. Миндалины заполнены хлорит-кальцитовым материалом, с кальцитом в ядре. Хлорит представлен преимущественно пеннином с характерными цветами интерференции синих оттенков. Клинохлор распространен реже. Кристаллы биотита полностью замещены хлоритом и в некоторых случаях с сохранением формы зерен биотита.
Класс пород	Магматическая, основная, эффузивная
Название	Миндалекаменный базальт

Образец № К-49: оливиновое габбро

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	IZV01A
Интервал отбора	10,8 м.
Текстура	Массивная
Фотографии в микроскопе	
Структура (микроструктура)	Офитовая, панидиоморфная
Минеральный состав	Порода характеризуется разнообразно расположенными крупными зернами основного плагиоклаза (pg ₀), часто сосюритизированными, и темноцветными минералами. Среди них основные: пироксены моноклинный и ромбический (py); а также второстепенные: оливин (ov), роговая обманка (h), хлорит - пеннин (cl). Все перечисленные минералы идиоморфны.
Класс пород	Магматическая, основная, интрузивная
Название	Оливиновое габбро

Образец № К-38: серпентинит

Свойство/критерий	Характеристика
Выработка	DDH17_69
Интервал отбора	12 м.
Фотографии керна	
Текстура	Сланцеватая

<p>Фотографии в микроскопе</p>	
<p>Структура (микроструктура)</p>	<p>Нематобластовая</p>
<p>Минеральный состав</p>	<p>Порода представлена сплошным <i>серпентинитом</i> (s). Отмечаются единичные зерна (всего насчитал 3) оливина с характерной петельчатой структурой.</p>
<p>Класс пород</p>	<p>Метаморфическая</p>
<p>Название</p>	<p>Серпентинит</p>

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Бурин Б.Б.

Название: Анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет запасов золоторудного месторождения Карьерное.doc

Координатор:Гульнара Омарова

Коэффициент подобия 1:7

Коэффициент подобия 2:3.9

Замена букв:2

Интервалы:41

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

16.06.2021

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Бурин Б.Б.

Название: Анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет запасов золоторудного месторождения Карьерное.doc

Координатор: Гульнара Омарова

Коэффициент подобия 1:7

Коэффициент подобия 2:3.9

Замена букв:2

Интервалы:41

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Дата 13.06.2021



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Магистерская диссертация составлена самостоятельно и допущена к защите.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Дата 13.06.2021



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию Бурина Болата

Специальность 7М07206 - Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых

Тема: «Анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет
запасов месторождения Карьерное»

Магистерская диссертация посвящена изучению особенностей геологического строения Иткудук-Бактайской зоны смятия и рассланцевания.

После ознакомления с генезисом месторождения и установки генетического типа месторождения диссертантом был проведен анализ литологического состава. Согласно полученным данным, был доказан осадочный генезис оруденения и принадлежность месторождения к черносланцевому генетическому типу. На основе этого были сделаны следующие выводы:

- Геологическая природа оруденения обуславливает литологический контроль минерализации, что получило подтверждение в материале шлифов, а также при статистическом анализе проб.

- Каркасное моделирование зон минерализации необходимо осуществлять с учетом разделения разреза месторождения на литологические разности (пачки).

- При получении вариограмм и задании основных параметров для эллипсоидов поиска важно учитывать элементы залегания слоев.

Основным практическим результатам исследования является модель минерализации месторождения, обеспечивающая достоверную и достаточно точную оценку запасов.

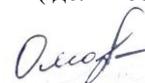
Полученные в течение учебы знания позволили Бурину Болату выполнить магистерскую диссертацию на высоком уровне.

Магистерская диссертация Бурина Болата может быть рекомендована к защите с заслуженной высокой оценкой, с присвоением ему академической степени магистра техники и технологии по специальности 7М07206 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

Научный руководитель:

Лектор, доктор PhD,

(должность, уч. степень, звание)



Омарова Г.М.

«25» __ мая __ 2021 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

Бурина Болата Бауржановича

7M07206 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

На тему: Анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет запасов золоторудного месторождения Карьерное.

Магистерская диссертация состоит из 4 разделов, содержит 68 страниц машинописного текста, список из 21 шт. используемой литературы, 12 рисунков, 2 таблиц и одного приложения.

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Магистерская диссертация Бурина Болата Бауржановича содержит все необходимые материалы, которые полностью раскрывают тему работы, а именно анализ рудной минерализации и геостатистический подсчет запасов золоторудного месторождения Карьерное.

В работе отражены результаты анализа изучения геологических особенностей месторождения Карьерное, как месторождения «черносланцевого типа».

Диссертационная работа Бурина Б.Б. имеет логическую последовательность, написана магистрантом самостоятельно. В геологической части автор подробно описал геологическую историю изучаемого района и генезис месторождения, особенности локализации зон минерализации, их морфологию, а также вещественный состав руд и золотоносной минерализации.

Магистрант произвел построение геологической модели зон минерализации и осуществил оценку минеральных ресурсов на программах Leapfrog Edge и Micromine. Основные результаты исследований отражены в опубликованной работе соискателя.

Хотя генезис месторождения, в целом, раскрыт, автором диссертации не дан развернутый ответ о природе золотой минерализации, что является недостатком. Раздел, посвященный генезису месторождения, носит краткий и общий характер. Остается не ясен механизм отложения полезного компонента в матрице.

Фактов недобросовестности соискателя нет.

Всё сказанное позволяет считать рассмотренную диссертацию, написанную на базе большого фактического материала, вполне соответствующей требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, а самого автора работы достойным искомой степени.

Оценка работы

В целом, магистерская диссертация написана грамотно, на профессиональном уровне, с четким описанием каждого раздела, освещающими все необходимые изучаемые геологические аспекты. Данная диссертация отвечает всем требованиям к магистерской диссертации.

Автор доказал о готовности к самостоятельному анализу геологической информации, применению более современных и оптимальных способов решения задач и их применения на практике и заслуживает оценку «95» баллов.

Рецензент

Заведующий лабораторией редких и редкоземельных металлов,
Института геологических наук им. К.И. Сатпаева,
PhD



Тогизов Куаныш Серикханович

«09» июня 2021 г.



СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Бурин Болат Бауржанович

обучающегося по образовательной программе научно- педагогической магистратуры «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», кафедры Геологическая съемка, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых,

Института Геологии, нефти и горного дела им. К.Турысова

Казахского Национального Исследовательского Технического Университета им. К.И. Сатпаева

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
Публикации в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки					
1	Месторождения терригенно-углеродистых формаций и проблемы их геологического моделирования	Статья	«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ -2020» Секция: «Научные исследования и инновации в геологоразведке – ключ к эффективному восполнению минерально-сырьевой базы РК»	4 страницы	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова

«12» апреля 2020 года

Автор



Бурин Б.Б.

Заверяю:

Научный руководитель



Омарова Г.М.

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ



Бекботаева А.А.