УДК 553.41:623.413.4

ОрозбаеваА.А. [1], Зарлыков А.К. [1], Курманалиев К.З[2].
[1]И. Раззаков атындагы КМТУ [2]«Геолэкспертпроект» ЖЧКсы
Бишкек Кыргыз Республикасы
[1]КГТУ им. И. Раззакова [2] ОсОО «Геолэкспертпроект
Бишкек, Кыргызская Республика

A.A. Orozbaeva[1], A.K. Zarlykov[1], K.Z. Kurmanaliev[2]
[1]I.Razzakov KSTU, [2]LLC "Geolekspertproekt
Bishkek, Kyrgyz Republic
angoncharenko59@gmail.com algeokg@gmail.com Grfgeology@gmail.com

ГИПОТЕЗА И ПРИЗНАКИ ДИСКРЕТНОГО ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛПРАН

ДОЛПРАН АЛТЫН КЕНИНДЕГИ ДИСКРЕТТҮҮ ТИПТЕГИ РУДАЛАНУУНУН ГИПОТЕЗАСЫ ЖАНА БЕЛГИЛЕРИ

HYPOTHESIS AND FEATURES OF DISCRETE TYPE OF MINERALIZATION OF GOLD ORE DEPOSIT DOLPRAN

Курамында алтындын орточо курамы 1,45 г/т болгон Долпран кени сыяктуу жакыр алтын кендери ар кандай геотехнологиялык ыкмаларда геологиялык-экономикалык баалоо үчүн олуттуу татаалдыктарды жаратат. Мындай объектилерди өнөр жайлык өздөштүрүүгө тартуу кендердин геологиялык, геотехнологиялык жана экономикалык параметрлерин талдоодо жаңы ыкмаларды колдонууну талап кылат. Макалада кенди баалоонун өзгөчөлүктөрү рудалануунун дискреттик тибинин фракталдуулугу боюнча заманбап концепциянын негизинде каралган. Изилдөөнүн методологиялык негизин дискреттик подсистемалардын мозаикалык түзүлүшү менен мүнөздөлгөн Жамгыр, Жерүй жана Шыралжын алтын кендерин изилдөөнүн жыйынтыктары түздү. Аталган объекттердин көрүнүктүү мозаикалуулугун талдоо рудалануунун таралуу мыйзам ченемдүүлүктөрүн аныктоого жана аларды Долпран кенин баалоодо колдонуу мүмкүнчүлүгүн негиздөөгө шарт түздү. Рудалануунун дискреттик (фракталдык) мүнөзүн эске алуу менен кендин ресурстарына ыктымалдуу геологиялык-экономикалык баа берилди. Сунушталган ыкма рудалык блоктордун мозаикалык түзүлүшүн жана пайдалуу компоненттин бөлүштүрүлүшүндөгү бир тектүү эместикти эске алат. Алынган жыйынтыктар жакыр алтын кендерин баалоодо дискреттик моделдөө ыкмаларын колдонуунун келечектүүлүгүн көрсөтөт. Бул ыкманы колдонуу ресурстук потенциалды жана кендерди өздөштүрүүнүн натыйжалуулугун болжолдоонун ишенимдүүлүгүн жогорулатууга мүмкүндүк берет.

Ачкыч сөздөр: *дискреттүүлүк, фракталдуулук, рудалануунун блоктук уюшулушу; мозаикалуулук — рудалануунун өзөгү, перифериясы жана рудасыз блоктор; руда менен металлдардын концентрациясы; геологиялык-экономикалык баалоо.*

Золоторудные месторождения бедных руд, в частности месторождение Долпран со средним содержанием золота 1,45 г/т, представляют значительную сложность для геолого-экономической оценки при различных методах геотехнологии. Вовлечение подобных объектов в промышленную эксплуатацию требует применения новых подходов к анализу геологических, геотехнологических и экономических параметров месторождений. В работе рассмотрены особенности оценки месторождения с позиций современной концепции

фрактальности дискретного типа оруденения. Методологической основой исследования послужили результаты изучения золоторудных месторождений Джамгыр, Джеруй и Ширальджин, характеризующихся мозаичной структурой дискретных подсистем. Анализ видимой мозаичности указанных объектов позволил выявить закономерности распределения оруденения и обосновать возможность их применения для оценки месторождения Долпран. Выполнена вероятностная геолого-экономическая оценка ресурсов месторождения с учетом дискретного (фрактального) характера оруденения. Предложенный подход учитывает мозаичную структуру рудных блоков и неоднородность распределения полезного компонента. Полученные результаты показывают перспективность использования методов дискретного моделирования при оценке золоторудных месторождений бедных руд. Применение данного подхода позволяет повысить достоверность прогнозирования ресурсного потенциала и эффективности освоения месторождений.

Ключевые слова: *дискретность, фрактальность, блочная организация оруденения; мозаичность-ядро, периферия оруденения и безрудные блоки; концентрация руды и металлов; геолого-экономическая оценка.*

Low-grade gold ore deposits, particularly the Dolpran deposit with an average gold content of 1.45 g/t, present considerable difficulties for geological and economic assessment under various geotechnological methods. The involvement of such deposits in industrial development requires the application of new approaches to the analysis of geological, geotechnological, and economic parameters of ore deposits. The paper considers the specific features of deposit assessment from the standpoint of the modern concept of fractality of discrete-type mineralization. The methodological basis of the study was formed by the results of investigations of the Jamgyr, Jeruy, and Shiraldzhin gold deposits characterized by a mosaic structure of discrete subsystems. The analysis of the visible mosaic structure of these deposits made it possible to identify the regularities of mineralization distribution and substantiate the applicability of these patterns to the assessment of the Dolpran deposit. A probabilistic geological and economic assessment of the deposit resources was carried out taking into account the discrete (fractal) nature of mineralization. The proposed approach considers the mosaic structure of ore blocks and the heterogeneity of valuable component distribution. The obtained results demonstrate the prospects for applying discrete modeling methods in the assessment of low-grade gold ore deposits. The application of this approach makes it possible to improve the reliability of forecasting the resource potential and the efficiency of deposit development.

Key words: *discreteness, fractality, block organization of mineralization; mosaicism - core, periphery of mineralization and barren blocks; concentration of ore and metals; geological and economic assessment.*

Введение. Актуальность

Месторождения бедных руд, в том числе золоторудные с содержаниями до 2г/т по реалистичным расчетам геолого-экономической оценки имеют минимально достаточную рентабельность только при ценах значительно превосходящих средний много летний уровень в 1800 долларов за унцию, и только при геотехнологии открытых горных работ. Развитие геологии, геотехнологии и экономики «дискретного типа» оруденения (фрактальная закономерность) в противовес доминирующей в настоящее время «непрерывного типа» оруденения(линейная закономерность) позволяет с новых позиций оценить сложность геологического строения месторождения и выделить характеристики оруденения с внедрением инновационных технологий нелинейной(фрактальной) природной закономерности организации оруденения.

Литературный обзор

Теория открытых самоорганизующихся систем- не линейная геодинамика и синергетика связаны с исследованиями: И. Пригожина , С.П. Курдюмова , Г. Хакена , А.А. Самарского , Г.Г. Малинецкого , Б. Мандельброта; блочно-иерархическое строение руд изучались М.А. Садовским, В.В. Пиотровским, В.И.Уламов, С.В.Гольдин, Г.Г.Кочерян, П.В. Макаров, В.Н.Родионов и др. Фрактальности оруденения посвящены работы П.М. Горяинова, А.М. Павлова, В.И.Снеткова, Turcotte D.L., В.А. Филонюка и многих других.

Цель работы

Вероятностная геолого-экономическая оценка ресурсов золоторудных месторождений КР для обоснования актуальности и перспектив внедрения парадигмы фрактальной закономерностей дискретного типа оруденения. Задачами и методами работ определены: Фрактальный анализ, размерность блоков подсистем, степенное значение подсистем блоков, наименьшие подсистемы блочности для SBS(сортировка на базе сенсоров); геотехнические и рудные характеристики инвариантных и мозаичных блоков. Геолого-экономическая оценка ресурсов на основе моделей геотехнологии и постатейных расчетов затрат горных проектов.

Методология и научная гипотеза

Блочная организация строения земной коры на различных масштабных уровнях-дискретность и фрактальность как закономерность эволюции геосферы на основе значительного объема исследований является новой, но обоснованной парадигмой эволюции геологической среды. Детальное изучение ряда золоторудных месторождений в КР выделяют достаточно выраженный структурно-кинематический план блочного строения месторождений. При исследованиях дискретности блочной организации оруденения методами фрактальности, в том числе по размерности блоков иерархически таксонометрированных систем и последовательных подсистем позволяют выделить геотехническую инвариантность распределения и размещения блоков, соответственно «мягких» и «жестких» которые по напряженно-деформационному плану формируют зоны аномальной, переходной и низкой степени трещиноватости. Различные подходы и взгляда существующие в литература в целом сходны в теории разгрузки гидротермальных флюидных и других систем при изменении Р-Т условий и в корреляции со степенью интенсивности трещиноватости. Что позволяет выделить «мозаичную» блочность оруденения, с рудообразующими морфологическими и концентрационными типами блоков: ядра оруденения(концентрированное), переходные зоны оруденения и безрудные зоны, соответственно с дискретным распределением по-иерархически масштабированным системам (n) и подсистема (n +1…k) и (n-1…k). Выделены закономерность и характеристики дискретной блочности: развития мозаичности рудных блоков с концентрации рудного вещества в 40-60% весового объема контуров оруденения; и экспоненциальный характер роста концентрации металлов и рудных минералов в подсистемах блоков с метрической размерностью <0,1m-0,01m. Подтвержденных эмпирическими исследованиями на базе сенсорной сортировки (SBS) на ряде золоторудных месторождений с концентрацией руды на выходе до 40-60% и извлечением золота 96-99%, и увеличением среднего содержания. На основе проведенных исследований предложены методы использования универсальной природной закономерности блочной организации оруднения с обоснованием к внедрению ряда технологических, геотехнических и геотехнологических инноваций и новых подходов со значительным ростом(производительности горных работ и прибыли, валовой рентабельности горных проектов, соответственно на десятки процентов.

Геолого-экономическая оценка произведены на основе постатейных расчетов затрат разработки месторождений по моделям от традиционных и в сравнении с учетом мозаичности блоков дискретного оруденения. Для сравнение геотехнологических моделей оценка произведена по валовой рентабельности продукту при сравнительной градации цены золота.

Результаты

Сравнительные таблицы геолого-экономической оценки моделей геотехнологий геологии мозаичных блоков дискретного типа оруденения. Показатели валовой рентабельности продукта в % показывают весьма высокий уровень роста прибыльности от 20-30% до >100% по сравнению с традиционными подходами оценки на основе «непрерывного типа оруденения»

1. Постановка вопроса, проблемы оценки бедных руд

В таблицах 1 и 2 приведены результаты постатейных расчетов оценки целесообразности разработки запасов золоторудного месторождения Долпран на основе некоторых допущений: 1. Затраты горных работ и технологии соответствуют средним затратам сложившимся в КР на основе эмпирических расчетов большого ряда месторождений; 2. Для карьерной методики (ОГР) принято допущение о предельном коэффициенте вскрышных работ в 10 т/т, что при маломощных жильных телах месторождения видится достаточно проблемным и достижимым; 3. Для подземного карьера принята система очистных работ слоевая с закладкой как наиболее применимой с позиции охраны недр для сокращения потерь руды и золота; 4. Налоговый режим существующий и состоит из прогрессивной шкалы налога на доходы и роялти 5% от валового дохода.

Приведенная оценка имеет показателями оценки прибыли и валовой рентабельности продукта(прибыль/ затраты *100 в %). Прибыль возможна только при ОГР и допущенном коэффициенте вскрышных работ и при устойчивых ценах более 2700 долларов за унцию, при этом при принятом коэффициенте дисконтирования в 10% и сроке оценки более 15лет стремится к нулю. Т.е. экономическая оценка проекта не имеет приемлемых перспектив. Подземная геотехнология (ПГР) при любой цене не имеет промышленных перспектив.

Приведенные соображения основаны на традиционной принятой в практике геолого-экономической оценки запасов на основе доходов, затрат, прибыли. И формирует первую и основную проблему для промышленности по месторождениям бедных руд. Вторая проблема связана с традиционным подходом к оценке сложности оруденения и соответственно оценке бедных руд основанном на действующей устаревшей парадигме «непрерывного типа» оруденения [1]. Не отражающую внутреннее строение объекта исследования и разработки, сформированное на основе линейных параметров оруденения, вмещающие среды(геотехнических параметров пород и руд), соответственно применяемых методов и систем горных работ, технологии обогащения и извлечения и экономических результатов.

Развивающаяся в последние десятилетия парадигма организации оруденения, геотехники, геотехнологии, технологии и экономики основана фрактальных свойствах геосферы в целом и ее производной дискретности или иерархии многоуровневой и многокомпонентной геологической системы, где каждый последующий масштабный уровень геосреды является подсистемой в пределах включающей ее системы. Основной признак фрактальности кроме масштабированной иерархии заключается в самоподобии моделей подсистем по отношению включающей ее системы от уровня блока месторождения до распределения, размерности и размещения рудных тел, линз, гнезд до зерен полезных компонентов(минеральных агрегатов).

Оценка оруденения на основе исследований фрактальности- «дискретного типа» оруденения может иметь следствием формирование новых методических подходов к разведке, оценке оруденения, геотехники пород и руд, геотехнологии горных работ, технологии обогащения и извлечения, экономическим результатам горного проекта.

Таблица 1. - Оценка стоимости и валовой рентабельности продукта по ценам золота при непрерывном типе оруденения ОГР

Наименование показателей	Ед. изм.	1	2	3	4
по предельному коэфициенту вскрыши 1:10	т/т	1200	1800	2700	3000

Запасы руды, геологические	тыс. т	2651,9	2651,9	2651,9	2651,9
Содержание золота в эквиваленте	г/т	1,33	1,33	1,33	1,33
Запасы золота в эквиваленте	кг	3525,54	3525,54	3525,54	3525,54
Руда на переработку	тыс. т	2771,24	2771,24	2771,24	2771,24
выход, золото	кг	3081,32	3081,32	3081,32	3081,32
Содержание золота в товарной руде	г/т	1,11	1,11	1,11	1,11
Потери	Дол.един	0,95	0,95	0,95	0,95
Разубоживание	Дол.един	1,1	1,1	1,1	1,1
Базовая цена золото на ЛБМ	$/oz	1200	1800	2700	3000
Расчётная цена за золото	$/г	38,59	57,88	86,82	96,46
Всего затрат		56,39	64,68	76,22	83,62
Доход	$/т	40,38	60,56	90,85	100,94
Прибыль	$/т	-16,01	-4,11	14,62	17,32
валовая рентабельность продукта	%	-28,40	-6,36	19,19	20,71

Таблица 2. - Оценки стоимости проекта по цене на золото, непрерывный тип оруденения ПГР

	ед.измер	Модели разработки месторождения и инновации		
		№1	№2	№3
	$/oz	1801	2700	3000
руда балансовая	тыс.т	903,1	903,1	903,1
среднее содержание	г/т	1,45	1,45	1,45
запасы	кг	1309,4	1309,4	1309,4
эксплутационные параметры				
потери	%	1,3	1,3	1,3
Разубоживаине	%	2,5	2,5	2,5
руда	т	913,6	913,6	913,6
среднее содержание	г/т	1,41	1,41	1,41
Эксплуатационные запасы	кг	1292,4	1292,4	1292,4
цена оценки,	$\oz	1801,0	2700,0	3000,0
цена за грамм	$\gram	57,9	86,8	96,5
операционные затраты		83922,8	83922,8	83922,8
налоги, 18% от валового дохода	$\т	12123,3	25245,7	33661,0
полные операционные затраты	$\т	96046,2	109168,6	117583,8
валовый доход	тыс.$	67351,7	100982,9	112203,2
валовая рентабельность продукта	%	-29,9	-7,5	-4,6
Прибыль	тыс.$	-28694,4	-8185,7	-5380,6

2. Объект исследования – золоторудное месторождение Долпран. Описываемая площадь располагается в пределах складчатой системы Северного Тянь-Шаня и состоит из автохтонного основания и перекрывающего его пакета тектонических покровов. Автохтонные образования принадлежат палеошельфу Казахстанского континента, аллохтонные – Северо-Тянь-Шаньскому. Зона надвига разделяющая автохтон от аллохтона структурно согласна напластованию пород и трассируется небольшими по мощности телами кварцитов. Последние образованы, вероятно, за счет метаморфизма гидротермально измененных пород и кварцевых жил, залечивающих зону надвига.

В мраморах автохтонного комплекса повсеместно наблюдаются фрагменты изоклинальных сильно сжатых складок длиной в десятки и сотни метров с острыми замками. Позднеордовикские движения, первоначально явившиеся причиной образования покрова, в последующее раннесилурийское время характеризовались доминированием вертикальных блоковых перемещений. Они привели к смятию пакетов покровов и пород автохтона в простые син-и-антиформные складки, осложненные взбросовыми и сбросовыми нарушениями. В силуре активно проявлены процессы метаморфизма и гранитизации, сформировавшие образование тасакеминского комплекса.

Пермская коллизия Казахстанского континента и Тарима, приведшая к образованию континента Лавразия, сопровождалась проявлением надвиговых и сдвиговых движений. В районе с ними связаны Северо-Тасакеминский левый и Кызыл-Байракский правый сдвиги, в структурах оперения которых, как правило, локализуется гидротермальные рудопроявления золота.

Площадь месторождения и его флангов сложена амфиболовыми сланцами и амфиболитами куперлисайской толщи (R_3) и биотит-рогообманковыми гнейсо-гранитами и гнейсами с подчиненными прослоями и линзами амфиболовых кристаллических сланцев тасакеминского метаморфического комплексов (S ts) прорванными интрузиями различных комплексов[2].

Месторождение приурочено к юго-западному контакту тасакеминского массива гранодиоритов (O_3) (Рис.1.).

Широким распространением на площади месторождения пользуются зоны грейзенизированных пород, которые прослеживаются полосой вдоль контакта гранодиоритов, совпадающей с участками развития рудоносных биотит хлоритовых гнейсов. Характерным для грейзенизированных зон является обилие в их пределах даек аплитов и неравномерной сети кварц- турмалиновых прожилков. Крупные участки турмалинизации (длина сотни метров, мощность первые десятки метров) имеют обычно расплывчатые очертания с участками брекчированных пород. Мелкие кварц-турмалиновые жилы (длиной 1-10 м, мощностью 0,5 -1 м) тяготеют к приконтактовым частям гранодиоритов и аплитовидных гранитов. Жилы содержат обильную вкрапленность пирита, при окислении которого они превращаются в ржаво-бурую пористую лимонитизированную породу.

Пространственное положение рудовмещающих пород контролируется дорудными мощными зонами рассланцевания и катаклаза. В юго-восточной части месторождения простирание зон ориентировано по азимуту 280-300°. К северо-западу, следуя за изгибом контакта гранодиоритов, оно изменяется до 340-360° с падением на северо-восток под углами 40-70°. Длина зон колеблется от десятков до 500 м, а мощность от 0,5 до 10 м. Эти зоны оказались благоприятной средой для гидротермальных растворов, которые формировали системы кварц-сульфидных и кварцевых прожилков с золотым оруденением. Метасоматические преобразования в магнезиально-силикатных породах выразились в образованиях зон тремолит-актинолитовых, тремолит-биотитовых и тремолит-хлорит-тальковых пород.

На месторождении выявлено 15 тел, четырнадцать из которых локализуются в зонах сильного окварцевания и рассланцевания гнейсов и одно в хлоритизированных гранодиоритах. Протяженность рудных тел изменяется от 1 до 150 м, мощность от 0,5 до

12,55 м. Приурочены они к зоне рассланцевания, связанной с зоной надвига гранодиоритов на гнейсы и амфиболиты. По вещественному составу выделяется два типа руд: кварц-хлорит-сульфидный и тремолит-актинолитовый[3].

3. Методика и теоретический обзор.

Размерность блоков по расстояние между зонами трещиноватости и разломов оцененна по формуле Опарина, Курлени[10], по «статистической характеристике средних расстояний между берегами трещин, отделяющих структурные блоки между собой-устойчивое соотношение между величинами раскрытия трещин и диаметрами отделяемых ими блока в структурной иерархии массивов горных пород[11]:

$$\mu_{\Delta}(\delta) = \frac{\delta_i}{\Delta_i} = \Theta \cdot 10^{-2}, \quad (1)$$

где δ_i — среднее “раскрытие” трещин (расстояние между их берегами), Δ_i — диаметр блоков i-го иерархического уровня, а коэффициент Θ наиболее часто попадает для любого i в интервал 1/2–2, т. е. $\Theta \in (1/2 - 2)$.

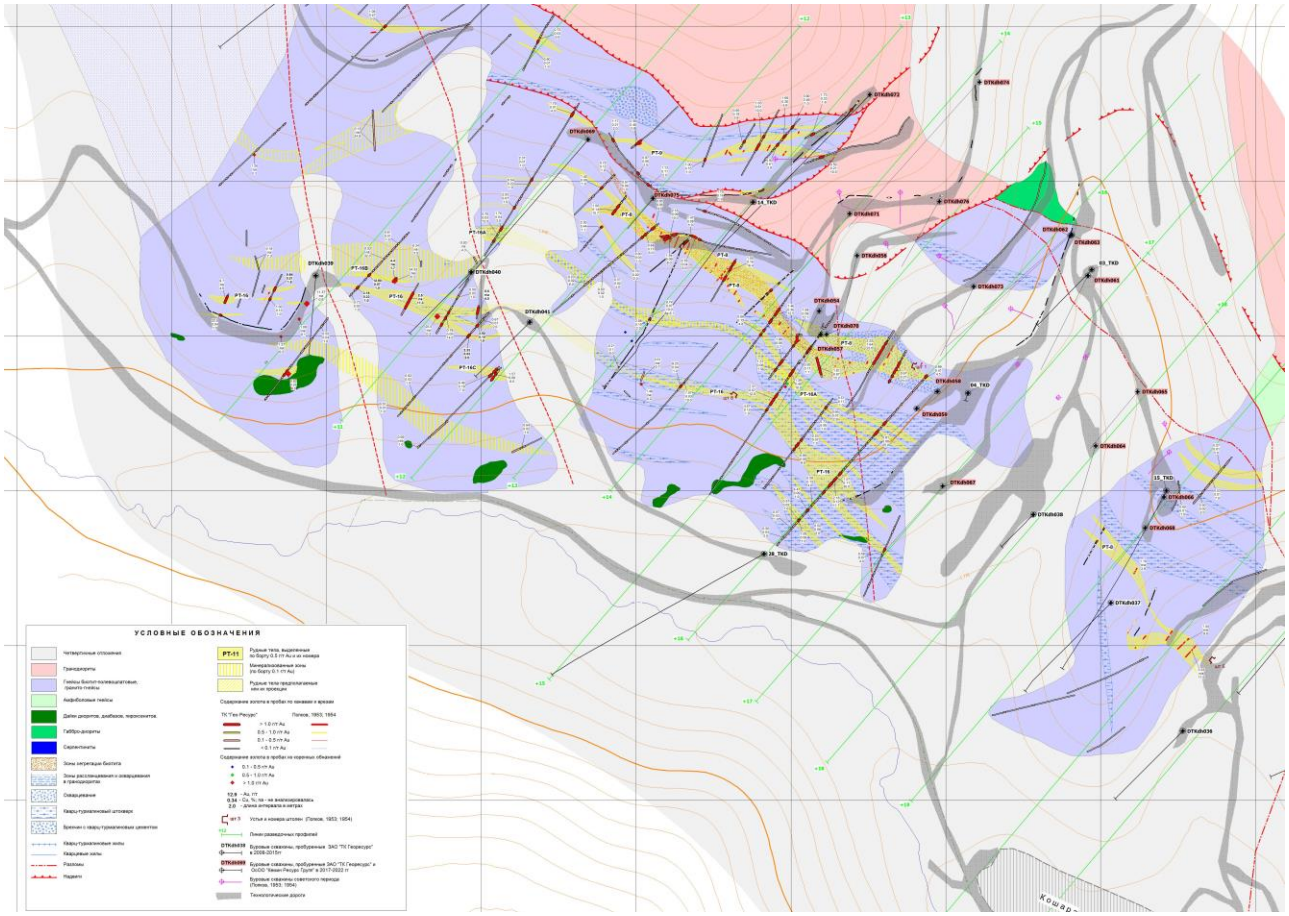


Рисунок 1 - Геологическая карта месторождения Долпран.м-б 1:2000[2]

В том числе исходя из разработанных десятков формул иерархических дискретных рядов блочности, к примеру: Так, Г.Г. Кочарян и А.А. Спивак [12] со ссылкой на результаты исследований М.А. Садовского [21,22] и В.В. Пиотровского [19] приводят соотношение, определяющее соответствующий размер блока Ln в иерархии масштабов:

$$Ln = \begin{cases} (3-6)10^{(\frac{n-11}{2})}, \text{для } n = (2k-1), \\ (1-2)10^{(\frac{n-11}{2})}, \text{для } n = 2k \end{cases} \quad (2)$$

Здесь k целое число, изменяющееся от 1 до 9, Ln . характерный размер блока порядка n, измеряемый в километрах. В этой формуле наивысший порядок иерархии равен 18 при k = 9 и приводит к размерам блоков L_{18} ≈(10 – 20)*10^3 км, характерным для литосферных плит. Минимальный масштаб блока при n = 1 и k = 1 приводит к L_1 = 3–6 см (следующий в иерархии блок L_2 = 10 -20 см получается при k = 1 и n = 2k = 2) и т. д.

Фрактальность. Свойство геологической в том числе рудной среды иерерхических подсистем с тождественным подобием, подсистемы к вмещающей ее системе на различных масштабных уровнях. В частности, для рудной среды основная система может занимать уровень рудной провинции или рудного пояса или рудного поля, во всяком случае месторождение как система с входящими в нее подсистемами: участоки- рудные столы-линзы-гнезла оруденения- до отдельных зерен минерализиции -

Фрактальность дробное число, измеряется различными методами фрактальной геометрии в основе которых, в целом, находится отношение частота проявлений подобия на каждом масштабном уровне.

Фрактальная размерность показывает меру самоподобия в изучаемой иерархической совокупности и степень сложности структуры. Мера подобия оценивается диапазоном масштабов, где каждой подсистемой выполняется однородный степенной закон, а относительная степень сложности определяется абсолютным значением фрактальной размерности. [13,17,23,27].

Фрактальность -определение "клеточной" фрактальной размерности на примере распределения гипоцентров. Разбиение пространственной области на кубы с размером δ,последовательно масштабированных. Фрактальная размерность(D):

$$D = -\lim_{r\to 0}\frac{\ln(N)}{\ln(r)}. \quad (3)$$

$$N \sim r^{-D}, \quad (4)$$

$$D=1-tga \quad (5)$$

Дискретность. Фрактальной и блочной организации систем оруденения подразумевает развитие рудных систем на различных масштабных уровнях или закономерно проявленных характеристик блоков оруденения. Т.е. подобие на масштабном уровне-подсистема, в противовес общепринятой дефиниции дискретности как прерывистость в пространственном проявлении оруденения.

Блочно-иерархическое строение горных пород, массивов концепции М.А. Садовского: «ключевая роль отведена линейному коэффициенту вложения геоблоков смежных иерархических уровней» [21,22,10,20,]. Статистические характеристики средних расстояний между трещинами, отделяющие структурные блоки между собой к диаметрам этих блоков определяются как нелинейный процесс оруденения. Математическое развитие и детализация определяется фрактальностью, дискретностью распределения блоков и оруденения, мозаичность-инвариантность рудных и безрудных блоков [17,14,28].

Блочность. Именно блочное иерархическое строение деформируемых твердых тел и сред (которое уже фактически обосновано накопленными к настоящему времени экспериментальными данными, что и будет продемонстрировано в ходе изложения) является также свидетельством того, что нет принципиальной разницы между хрупкими и пластичными материалами и средами или между пластичностью, проявляемой нагружаемыми металлами, и разрушением геоматериалов и геосред, если анализировать эти процессы деструкции с точки зрения эволюции иерархических систем и синергетики (что не исключает специфики конкретных физических механизмов).

Итак, нагружаемые материалы и среды рассматриваются как нелинейные динамические иерархически организованные системы, эволюция которых под внешними воздействиями происходит по законам синергетики. Причем эволюция нагружаемых твердых тел и сред рассматривается как частный случай общей теории эволюции.

Такая общая эволюционная теория открытых самоорганизующихся систем складывается к настоящему времени как нелинейная динамика различных систем [1,13,15,18,29]. Идеи, методы и подходы нелинейной динамики, примененные к деформируемым твердым телам, однозначно свидетельствуют, что прочные среды являются одними из ярких представителей самоорганизующихся под внешними воздействиями систем [14].

Инвариантность блоков. Дезинтеграция и разуплотнение/дилатансия среды/ массива горных пород, определяются составляющими системы, в которой по подсистемам развиваются различающиеся условия нагружения (напряжение и деформация) по включениям жестких или мягких/податливых блоков (stiff and rigid inclusions). В массиве горных пород, включающего податливые/мягкие блоки при их нагружении со стороны более жесткого массива горных пород, преобладает разрушение без динамической составляющей в момент достижения ими предела прочности, что обусловлено накоплением в них трещин. Эти блоки представляют собой трещиноватую среду. В этом случае нагрузка на такие блоки распределяется таким образом, что их нагружение происходит в режиме задаваемых деформаций. А при мягком нагружении, реализуемом в горном массиве, включающем в себя жесткие блоки, вся нагрузка концентрируется на них. А при достижении внешней нагрузкой величины их прочности, вся накопленная в окружающем массиве энергия резко разгружается в возникающие трещины или в подготовленный/существующий очаг разрушения с предельной концентрацией в нем трещин, или в имеющуюся в структуре трещину Гриффитсовского размера и разрушение протекает хрупко с динамическими проявлениями - выделением энергии. Т.е. в этом случае нагружение происходит в режиме задаваемых напряжений [3,4,8,6,17], рис.2, А.

Мозаичность дискретных контуров оруденения.Зоны разуплотнения с интенсивной трещиноватостью связываются с процессом мобилизации рудных компонентов из их источника, транспортирования и аккумуляция в аномально концентрированной форме-система условий формирования месторождения[20,31]. В верхней(сейсмогенной части земной коры, где реализуются механизмы упрого-хрупкого разрушения пород с перемещением флюидов вдоль системы проницаемых каналов с оптимальными для рудоотложения параметрами- гидравлический градиент, температурный градиент, напряженно-деформационное состояние пород, внтурипоровое давление флюидного давления, разрушение минеральных агрегатов в трещинно-поровом пространстве[17], Рис.2, Б.

Концентрационные ядра оруденения являются зонами интенсивной трещиноватости, вероятно с наложенным и/или переотложенным золотокварцевым оруденением. Размерность концентрационных ядер оруденения определяется размерами LnL. Вероятно, морфологические и концентрационные ядра оруденения имеют дискретный характер развития, проявленный масштабированной иерархией самоподобния (фрактальность). На основе чего возможна разработка инструмента прогноза локализации и размерности морфологических и концентрационных ядер оруденения на основе скейлинга.

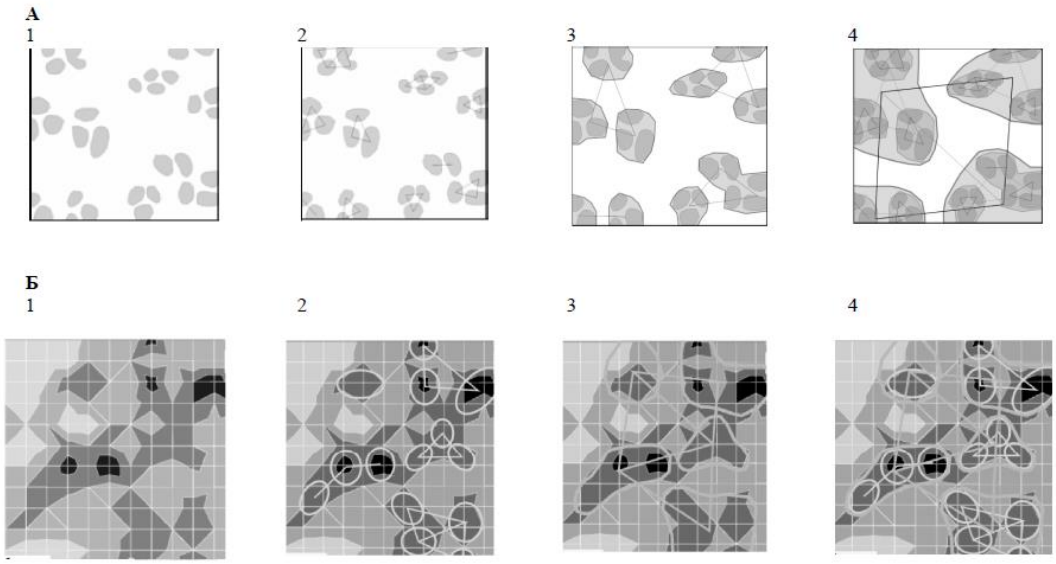


Рисунок 2 - Модельные примеры последовательного (1, 2, 3, 4) установления иерархически упорядоченной кластерной структуры, обладающей фрактальными свойствами: А – карта распределения участков аномальных концентраций золота в эксплуатационном блоке. Б - карта максимумов проявления интенсивности трещиноватости (размер ячейки 1 м)[17]

4. Результаты исследований.

Структурно-кинематические характеристики предпосылки дискретной организации оруденения. Структурной основой месторождения является сильно сжатая синклинальная складка северо-западного простирания, сложенная биотитовыми, биотит-хлоритовыми гнейсами, амфиболитами с горизонтами тремолит-актинолитовых пород с послойными телами серпентинитов тасакеминского метаморфического комплекса. Крылья антиклинали осложнены складками второго порядка и разломами северо-восточного и северо-западного направлений. Складка зажата между аплитовидными гранитами на юго-западе и гранодиоритами на северо-востоке, Рис.3[2,16].

Месторождение Долпран приурочено к минерализованной зоне смятия взбросо-надвигового типа. По взбросо-надвигу, имеющему, в целом, север-северо-западное направление, восточный блок, сложенный гранодиоритами, надвинут на блок метаморфических пород. Углы падения поверхности взбросо-надвига, отчетливо наблюдаемого на поверхности на Южном участке месторождения, колеблются от 20 до 35-40º. На участке Южный структура зоны смятия относительно простая, но и здесь наблюдаются линзовидные тектонические блоки гнейсов в гранодиоритах. На участке Северный структура взбросо-надвиговой зоны существенно усложняется за счет расчешуивания зоны смятия в субмеридиональном направлении. Здесь она имеет сложную, пилообразную морфологию, обусловленную субмеридиональными клинообразными тектоническими блоками гнейсов в гранодиоритах и гранодиоритов в гнейса. Усложнение, расчешуивание надвиговой зоны смятия на участке Северный связано с пересечением ее здесь зоной разлома меридионального направления скрытого типа. Рудолокализующая роль разломов меридионального направления доказана для многих рудных месторождений Тянь-Шаня.

Структурной основой месторождения является сильно сжатая синклинальная складка северо-западного простирания, сложенная биотитовыми, биотит-хлоритовыми гнейсами, амфиболитами с горизонтами тремолит-актинолитовых пород с послойными телами серпентинитов тасакеминского метаморфического комплекса. Крылья антиклинали осложнены складками второго порядка и разломами северо-восточного и северо-западного

направлений. Складка зажата между аплитовидными гранитами на юго-западе и гранодиоритами на северо-востоке.

Современная структура зоны смятия, морфология рудных тел в значительной мере формируется альпийскими тектоническими движениями. В частности, современная морфология рудного тела №9 на участке Южном в виде линзовидных будинообразных блоков сформировалась в результате растаскивания некогда единого рудного тела по зоне надвига, подновленного альпийскими тектоническими движениями. Вполне вероятно, что и сложная морфология других рудных тел в виде кулисообразных линз в единых минерализованных зонах, образована за счет альпийских тектонических движений, приведших к дезинтеграции некогда единых рудных тел.

Зона смятия интрудирована роями даек основных пород – микродиоритов, диорит-порфиров, диабаз-порфиров, пироксенитов и, возможно, лампрофиров. Дайки, прорывающие гнейсы, субсогласны структуре зоны смятия и сланцеватости метаморфических пород. В гранодиоритах же, в силу их компетентности в условиях сжатия, образуется система полого- и крутопадающих даек. Крутопадающие дайки в гранодиоритах имеют в основном субмеридиональное направление. Пологопадающие дайки Северного участка месторождения, интрудирующие гранодиориты, имеют субширотное направление с падением на север.

Золотомедная минерализация на месторождении связана с окварцеванием пород. Наиболее литологически-благоприятной средой для рудоотложения являются зоны биотитовой сегрегации, развивающиеся в гнейсах и гранодиоритах и тремолит-актинолитовые породы, образующиеся, вероятно, по дайкам основных пород. Рудолокализующими структурами месторождения являются зоны разломов и приразломные зоны по границам тектонических блоков гранодиоритов и гнейсов.

Кварц-турмалиновая минерализация в рудной структуре участка Долпран Южный играет ведущую роль. Она представлена кварц-турмалиновыми жилами и линейными прожилково-жильными зонами, пластобразными штокверковыми зонами, кварц-турмалиновыми брекчиями, переходящими в массивные кварц-турмалиновые или турмалиновые с кварцем породы и наконец, рудными кварц-турмалин-сульфидными брекчиями, вскрытыми скважинами на участке Южный Долпран на глубине около 200 м. По результатам интерпретации данных бурения, в этой части участка гнейсы вместе с зонами кварц-турмалиновой прожилково-штокверковой минерализации и дайками основных пород смяты в опрокинутую синформную складку. Минерализованное висячее крыло синформы выходит на поверхность. Минерализованная зона в ядерной части синформы по своим текстурно-структурным и минералого-геохимическим особенностям существенно отличается от известных минерализованных зон месторождения. Ядерная, наиболее тектонически-напряженная часть синформной складки сложена кварц-турмалиновыми, кварц-турмалин-пирротин-пиритовыми брекчиями, переходящими в штокверк кварц-турмалиновых прожилков. Брекчии имеют сложный состав, обусловленный многостадийным их образованием. В предрудную стадию в кварц-биотит-полевошпатовых гнейсах образуется штокверк кварц-турмалиновых прожилков и брекчии с кварц-турмалиновым цементом. В следующий этап гидротермального процесса на кварц-турмалиновый штокверк и брекчии накладывается штокверковая сульфидная минерализация, переходящая местами в брекчии с сульфидным цементом. Сульфидная минерализация представлена в основном пирротином. В пирротине наблюдаются гнезда арсенопирита и тонкая вкрапленность, гнездышки и струйные выделения халькопирита. По своим геохимическим особенностям для сульфидных брекчий наряду с высоким, до 14.2 г/т на 1.0 м, содержаниями золота характерны повышенные и промышленные содержания меди, серебра и висмута. В этой же части синформной складки вскрыты породы актинолит-тремолитового состава с халькопирит-золоторудной минерализацией в виде прожилков, гнезд.

Таким образом по приуроченности, морфологии констатируется развитие зон минерализации кварц-турмалиновой(не продуктивной) и зон окварцевания к элементам складчатости, очевидно связанные с генерированными надвиговыми дезьюнктивами напряженно-деформационного поля(НДП) и зон трещиноватости по элементам складчатой структуры. Предполагается развитие обширных, широких по мощности зон трещиноватости в осевой части замку складки и зон линейной трещиноватости на крыльях складки. Зоны трещиноватости локализуют привнесенную минерализацию продуктивную и не продуктивную. При этом формируются линейные штокверковые тела в ядре складки менее мощные жильные тела на крыльях складки. При развитии синрудной и пострудной НДП связанные со срывом пластин на крыльях складок часть жильных тел формируют маломощные жильные тела по механизму разлинзования, будинирования с фрагментацией жильных тел. Взбрасывая тектоника между динамопарами разломов формируют диагональные зоны растяжений- диагональные жильные тела.

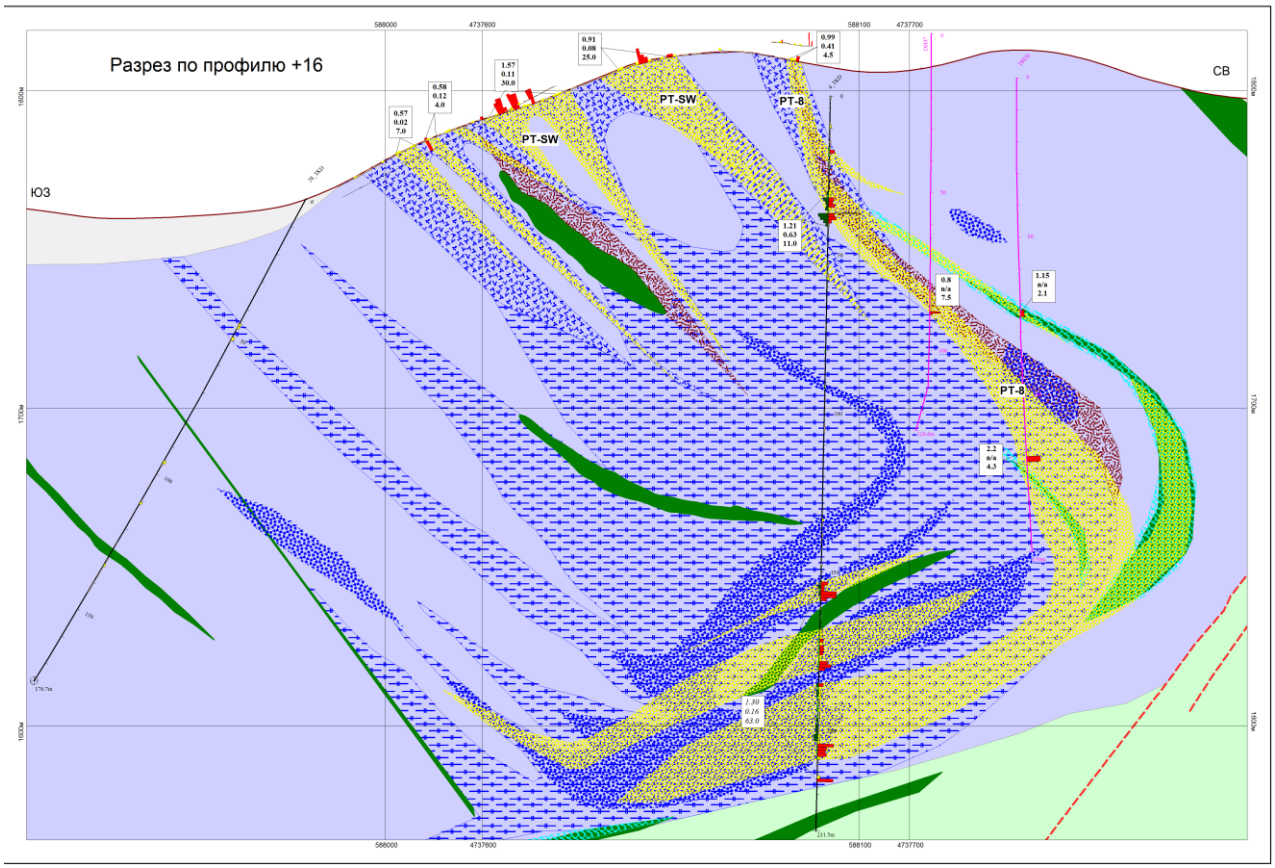


Рисунок 3 - Поперечный разрез месторождения Долпран- структурная позиция лежачей складки и зоны кварц-турмалиновой минерализации и окварцевания приуроченные к элементам складки[2]

Выделение признаков ядра оруденения. Формирование зон аномальной трещиноватости, соответственно, формирование зон интенсивной минерализации- ядро оруднения, вероятно приурочены к структурно-кинематическим элементам НДП.

.Н.Попков в отчете с подсчетом запасов[2] констатирует, что пространственное развитие зон рассланцования, явившимися аккумуляторами золотого оруденения, во многом определяется морфологией контакта интрузива гранодиоритов, играющего роль жесткого упора, способствующему при тектонических движениях интенсивному проявлению процесса рассланцевания. На основании этого постулата он делает следующие выводы:

Если рудное тело располагается между основным массивом гранодиоритов и его апофизов, залегающей примерно параллельно контакту, то перспективы этого рудного тела на глубину ограничены (р.т.12).

Чем ближе рудное тело находится к массиву гранодиоритов, тем больше вероятность встретить здесь высокие содержания золота, и вместе с тем, ограниченные размеры и наоборот, чем дальше удалено рудное тело от интрузива, тем больше его размеры, но при меньшем содержании золота. Большая часть мелких рудных тел являются корневой частью денудированных рудных линз.

Оконтуривание рудных тел по разным лимитам бортового содержания, показало, что наиболее обогащенные золотом участки внутри зон рассланцевания имеют линзообразную форму. Контуры же тел по борту 1,0 г/т образуют в пространстве пластообразные залежи, размеры которых могут быть весьма значительными. При этом рядом с такой залежью наблюдаются линзообразные зоны с содержанием золота в пределах 1-4 г/т, т. е. главным морфологическим типом рудных тел на месторождении являются линзы, а не рудные столбы.

Предполагается, что эрозией уничтожено не менее половины рудных линз, при этом глубина сохранившихся частей равна длине по простиранию. Наряду с этим строение рудного поля предопределяет возможность существования слепых рудных тел, не имеющих выхода на дневную поверхность.

Ряды от ядра оруденения к периферии может быть проиллюстрированы анализом распределения золота по классам содержаний, рис.3 и распределения влияния золота - характеристики руды по распределению золота, рис.4

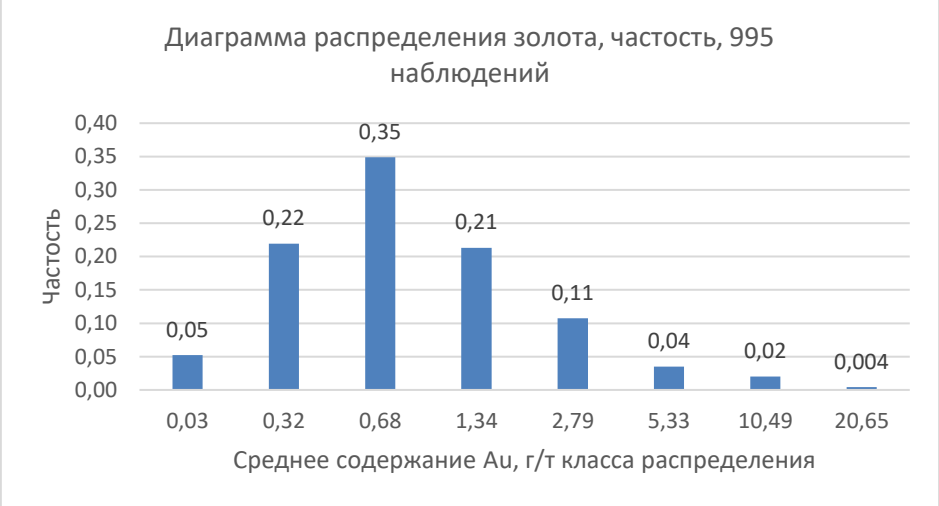


Рисунок 3 – Распределение золота по классам содержаний, частость

В таблице 3 сведенные показатели развития интенсивности концентраций золота(руда, в объеме распределения содержаний золота по классам. Центральную часть ядра ореденения по распределению золота занимает около 6% руд со средним содержанием 20,65г/т, которое разубоживается на 99,6% руды контуров оруденения месторождения Долпран, т.е переходная зона-переферия оруденения составляет 99,6% руд месторождения. Второе ядро формируется из двух классов золота: объем руды ядра формируемое золотом классов от 8 до 32г/т составляет более 21,3% при влиянии на 97,6% руды. Последовательные ряды таблицы 3, каждый последующий по нисходящей концентрации золота, является периферийной-переходной личности руды. Которая замыкается убогими, рядовыми и бедными рудами классов 0,1-0,5- 1г/т. Устойчивые ядра оруденения для последовательного ряда классов содержаний золота составляют содержаний > 2г/т.

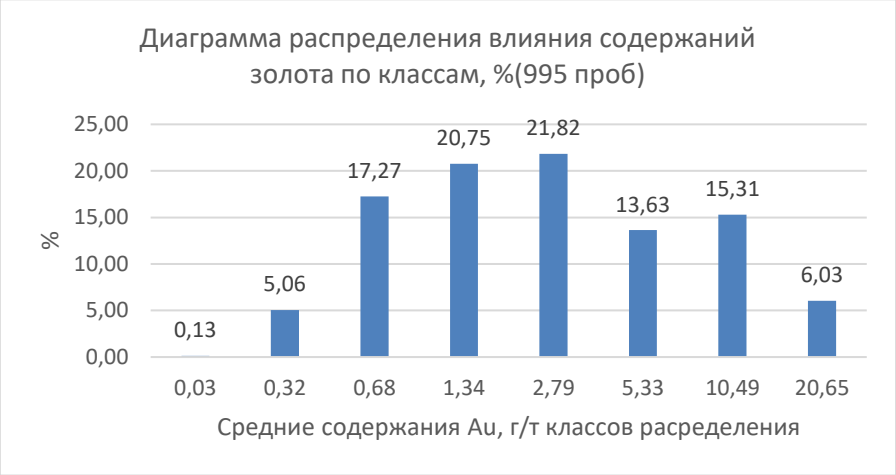


Рисунок 4 - распределение и концентрация золота (характеристики руды) по классам содержаний золота

Распределение золота, обычная природная закономерность заключается в распределении высоких классов золота при минимальном значении частоты в любом объеме морфологических образований месторождения. Но анализ запасов по среднем содержаниям, как основной и доминирующий фактор формирования совокупного контура оруденения месторождения связан с исчислением бортового содержания для определения контура запасов для геолого-промышленной оценки целесообразности и методов, систем разработки месторождения и соответственно экономической оценки которая и определяет геолого-промышленную оценку ядра оруденения и наращиваемого контура периферии оруденения годного для промышленной разработки месторождения, таблица 4.

Таблица 3. – Анализ развития руд по концентрации золота в объеме контура распределения золота

класс сод.	среднее ядра, г/т	ряды	∑Au,%-руда	∑Nпроб,%	% контура
16-32	20,65	ядро 1	6,03	0,4	99,6
8.0-32,0	12,18	ядро 2	21,34	2,4	97,6
4,0- 32,0	8,26	ядро 3	34,97	6,4	93,6
2,0-32,0	4,66	ядро 4	56,80	17,4	82,6
1,0-32,0	2,80	Переферия -1	77,54	28,4	71,6
0,5-32,0	1,79	Переферия-2	94,81	63,4	36,6
0,1-32,0	1,37	Переферия-3	99,87	85,4	14,6

Отношение по контурам развития оруденения ядра в контуре бортового содержания 0,03; 0,5; 1,0г/т к контуру по бортовому содержанию 2,0г/т по логарифмированной размерности последовательно составляет дискретный ряд иерархии ≈1,2. Чем подчеркивается наличие дискретной подсистемы, формирующей ядро оруденения в общей системе оруденения по контурам запасов.

Таблица 4. – Распределение запасов по рудным блокам, по бортовому содержанию, С1+С2

БС, г\т	руда, т.т	Сср, г\т	запасы	V,м3	L,м	Ln L	LnC	
0,03	4619684,32	1,12	5154,90	1698413,35	119,31	4,78	0,11	переферия
0,50	3554959,48	1,36	4834,31	1306970,40	109,33	4,69	0,31	переферия
1,00	1972682,15	1,86	3660,99	725250,79	89,85	4,50	0,62	переферия
2,00	301091,30	5,96	1793,10	110695,33	48,01	3,87	1,78	Ядро

Ядро оруденения в соответствии с принципом самоподобния проиллюстрированы на рис.5, результатов бороздового опробования рудного тела на подземном горном горизонте, размерность N x 10м. Характерным по многим разведочным сечениям месторождения отмечается наличие ядра оруденения с концентрацией, содержанием золота более высокого класса распределения относительно среднего содержания интервала. Разведочными сечениями выделяется закономерность развития периферийного оруденения-переходной зоны оруденения на фланги от ядра оруденения с высоким содержанием золота. Подобная же структура определяется и по скважинам, т.е. структурный рисунок оруденения повторяется и по скважинам, т.е подобная структура имеет изометричность проявления. Проявление безрудных блоков в разведочных сечениях и структуре мозаичной блочности от ядра оруденения измеряется, по коэффициенту рудоносности любого интервала рудного тела по соотношению Круд=∑Nруд/∑ Nобщ. *100,%. Которое по измерению разведочных сечений горных горизонтов и скважин в среднем составляет 65-75% рудных блоков в общем интервале.

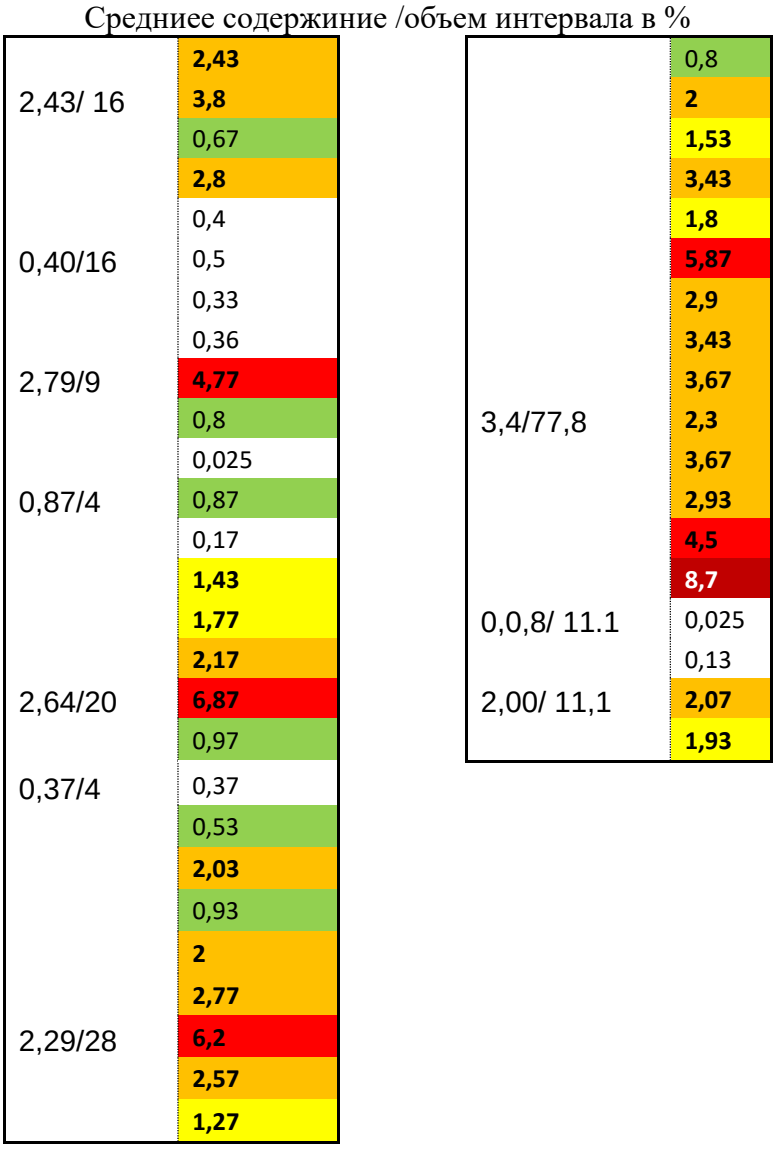


Рисунок 5 – Интервалы опробования рудного тела на горном горизонте

Фрактальность оруденения месторождения Долпран. Измерение фрактальной размерности оруденения месторождения Долпран произведено клеточным методом на основе наложение последовательных масштабированных сеток на геологическую карту, таблица и измерение фрактальной размерности по углу графика отношения Lnr/LnN, рис.6. Фрактальная размерность оруденения месторождения Долпран D=1,29.

Таблица 5. – Измерение встречаемости признака по масштабированной сети

N	r	Lnr	LnN
400	2	0,7	6,0
200	5	1,6	5,3
100	16	2,8	4,6
50	65	4,2	3,9
25	115	4,7	3,2
12,5	200	5,3	2,5
6,25	280	5,6	1,8

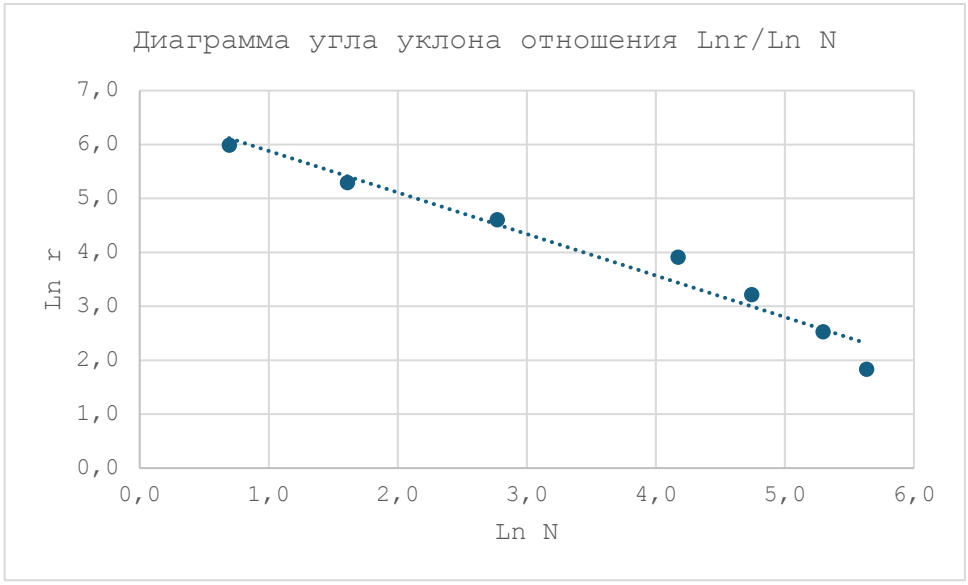


Рисунок 6 - Тангенс угла уклона отношения Ln r /Ln N. tg 16°=0,29(D=1,29)

Зоны рассланцевания дорудных, синрудных зон трещиноватости пород локализаторов золото-кварцевого оруденения формируется структурно-кинематической схеме НДП, тектоническая нарушенность характеризуется развитием зон трещиноватости в замках и крыльях складчатых структур, развивающихся в результате тангенциального сжатия бокового разлома-надвига. Осложненных срывами тектонической нарушенности на крыльях складок- разлинзования жильных тел. Размерами от первых метров до первых десятков метров по мощности и до первых сотен метров по простирываю и падению. Последующая пострудная тектоника дополнительно осложнила структуру рудных тел по схеме линзования и будинировния в растягивание линз и их разрывов с формированием мелких линз. Крупные практически не рассланцованные блоки пород и линз формировались как безрудные зоны разделяющие рудные тела. Размеры рудных тел достаточно упорядочены по геометрическим и статистическим параметрам как между рудных тел, самих рудних тел, так и безрудных блоков внедри рудных тел. Формируя рудную мозаичность месторождения: ядра оруденения, переходные зоны-перферия оруденния и межблоковые и внутри блоковые безрудные перерывы. Рельеф элементов складок во многом формировался синрудной и пострудно тектоникой с созданием фрактальной, дискретной схемы распределения,

размерности и размещения мозаичности блоков-фрактальной структуры. Которая схематически может иллюстрироваться элемнтами дисркtных подсистем- входящих подсистем в вмещающую система подобно изображению на Рис.7.

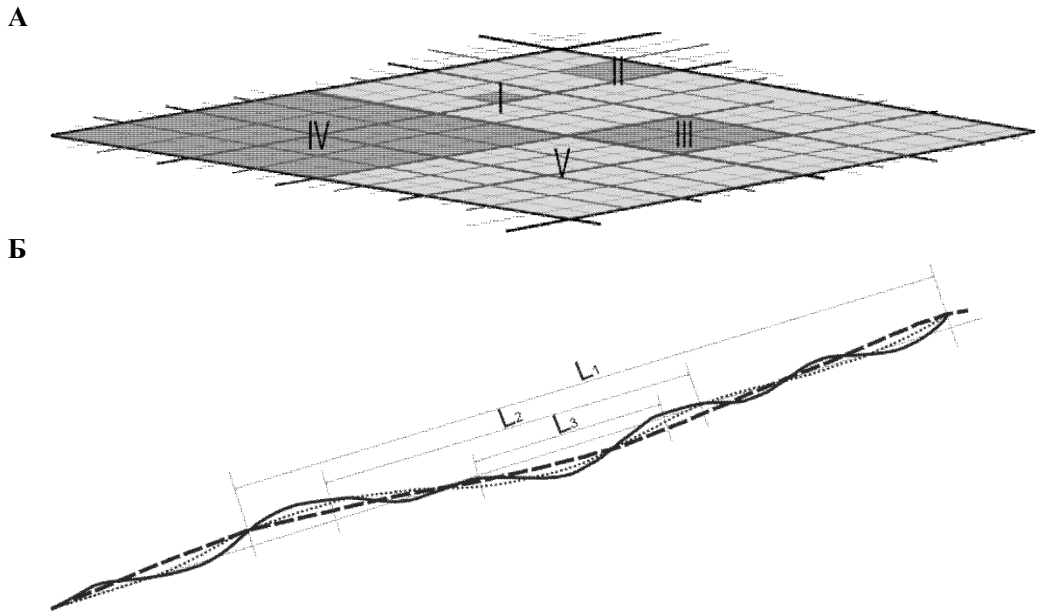


Рисунок 7 - Фрактальная модель внутренней структуры зон трещиноватости в складке вмещающих пород. Римские цифры последовательно входящие друг в друга линзовидно-жильных зон оруденения соответствующие интенсиности трещиноватости; А. структуры зон трещиноватости; Б. уменьшение длины периодов последовательно усложняющих друг друга элементов складчатости[17]

Дискретность и мозаичная блочность дискретных подсистем оруденения. Дискретность отражает таксонометрированную иерархию модели: система- подсистем. Является отражением и следствием фрактальной закономерности природной структуры оруденения. В таблице 6 приведены измеренные размерности основных блоков оруденения от блока месторождения к блокам рудных тел и отдельных минерализованных продуктивных линз. Размерность блоков месторождения измерены по элементам простирания и мощности в метрах, размерность L,м = $\sqrt{L_1}$ xL_2 и приведена в логарифмированном виде. Степень логарифмированной размерности иерархии основных блоков как отношение системы к подсистеме LnL/ LnL+1, отражает дискретную закономерность отношения системы к подсистеме.

Таблица 6. – Измерение размерности основных таксонов блоков оруденения месторождения Долпран

иерархия таксонов месторождения Долпран						
NN	измеряемые блоки	L_1,m	L_2,m	$\sqrt{L_1}$ xL_2	Ln L	степеньLnL/Ln L+1
1	Блок месторождения	714	257	428,4	6,06	
2	Участок Северныый	514	257	363,5	5,89	1,0
3	Участок Южный	228,6	128,6	171,5	5,14	1,2
4	Рудное тело №8, уч.Сев.	270	49,5	115,6	4,75	1,2
5	Рудное тело №8, уч.Южн	135	25,7	58,9	4,07	1,2
6	рудное тело №16, уч. Сев.	310	16,2	70,9	4,26	1,2

7	Рудное тело №16А	310	18,9	76,5	4,34	1,4
8	рудное тело №9	181,1	12,1	46,8	3,84	1,2
9	рудные тела мелкие	40,5	6,8	16,6	2,81	1,6
10	рудые тела мелкие	30	4,05	11,0	2,40	1,1
	среднее	35,3	5,4	13,8	2,63	1,5
11	линзы оруденения крупные	40,5	2,7	10,5	2,35	1,1
12	Линзы оруденения, мелкие	12,1	2,02	4,9	1,60	1,5

Эквивалентность категорий фрактальности и дискретности оруденения месторождения по логарифмированной размерности приведена на рис.8, отношения последовательных подсистем по размерности. Угол графика 16°, тождественность графику фрактальности рис.6 иллюстрирует тождественность и достоверность оценки фрактальности и дискретности оруденения.

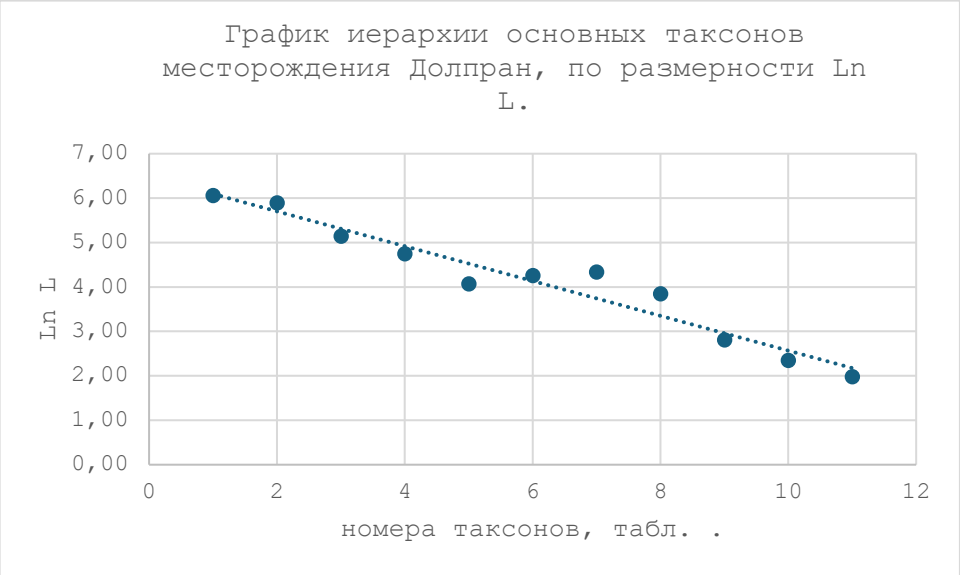


Рисунок 8 – Угол наклона графика дискретных подсистем- блоков оруденения месторождения Долпран, (16°)

Мозаичность. Мозаичность блоков дискретных подсистем, как изложено в разделе методология исследовний определяется геотехнической инвариантностью блоков по интенсивности зон трещиноватости локализаторов оруденения[30]. И разделяются:

Ядро оруденения, блоки с интенсивным и высоко продуктивным оруденением. Определяется как геотехнически обусловленная зона с интенсивной трещиноватостью. По характеру трещиноватости сплошная зона тектонического нарушения. Которая является рудо локализующей и рудоконтролирующей зоной. С развитием аномальной зоны рудоотложения. Дискретность выделяется на иерархических уровнях от системы блока месторождения с развитием подсистем штокверковых. Зоны и блоки интенсивного оруденения выделяются в подсистемах штокверков как кварцевое ядро, ядро с высококонтрастным и не прерывным оруденением.

Периферия оруденения, блоки переходного оруденения. Переходное оруденение геотехнически сформированы в зонах перехода интенсивной трещиноватости от ядра к вмещающим породам. Характеризуются меньшей степенью трещиноватости и соответственно уровня оруденения. Основная закономерность блоков периферийного

оруденения — это собственная мозаичность по распределению и расположению-чередованию мелких блоков оруденения и безрудных блоков.

Безрудные блоки. Геотехнически определяются зонами, блоками весьма низкой трещиноватости или без таковых, соответственно низкой степенью оруденения, включая окварцованные и рудное вещество. Занимают позицию межконтурных блоков между блоками ядра и периферийного оруденения и внутри переходного оруденения.

Для оруденения месторождения Долпран мозаичность определялась для двух элементов, объем рудных блоков и безрудных блоков по дискретным подсистемам, таблица 7.

Дискретные подсистемы приведены в градации N x 1000...10^{-3}м, где N любое простое числе от 1 до 9. Дискретные подсистемы от Nx1000 до N x10м измерены по чертежам месторождения; N x 1м по коэффициентам рудоностности по рядовым разведочным пересечениям по горным выработкам и скважинам; N x0,1 и N x 10^{-3} по результатам и описанию минералого-вещественного состава руд и технологии обогащения и извлечения.

Таблица 7.- измерение объемов распредления мозаичности блоков, в%.

Дискретная полсистема, м	Рудные блоки,%	Безрудные блоки,%
N x1000м	58,1	41,9
N x100м	40,4	59,6
N x10м	71,4	28,6
Nx1м	73	27
N x0,1м	60,4	39,6
N x0,01м	73,4	26,6
N x10^{-3}м	96,5	3,5

Для мозаичности блоков дискретных подсистем установлена закономерность изменчивости распределения рудных и безрудных блоков, соотвествие размерности рудных и безрудных блоков дискретной подсистеме[8,30]. Следствием чего является перспективы внедрения и модификации методов и систем горных работ со значительным производственным и экономическим эффектом.

Так же установлена закономерность и влияние на внедрение геотехнологии и технологии обогащения и извлечения концентрация рудных элементов- зерен золота, сульфидных минералов с полезными компонентами в дискретной подсистеме N x<0,01м. Которая обуславливает предрасположенность концентрации рудных элементов в ограниченном объеме товарной руды(13-26-40-68% с извлечение более 96-99% рудных элементов от применения технологии рудоподготовки и обогащения на основе сенсорной сортировки(Sensor Based Sorting-SBS) и определяет значительный технологический, производственный и экономический эффект, измеренный на ряде золоторудных месторождений КР[32] и ряда зарубежных рудников, таблица 8.

Таблица 8. - Результаты SBS некоторых месторождений золота и меди[32]

	тип оруденения	Металлы	концентрация руды и металла в % от исходной руды			**Извлечение, %**
			выход руды,%	Au,g/t	Cu,%	
1	Порфировый,Канада	Cu	34,7-78,6		123,2-221,6	76,9-96,7
2	Орогенный, Канада	Au	48,2-63	140-189,7		87-97,6
3	Порфировый, Канада	Au	69	138,2		56,5-98,1

4	Эпитермальный, КР	Au	34,9- 39,9	194-265,7		96,3-99,7
5	Эпитермальный, КР	Au	36,4-63,7	140-240		87,7-92,6

Заключение и обсуждения

По аналогии с некоторыми результатами исследований SBS, таблица 8 экстраполированы закономерности концентрации руды и золота, меди при обогащении рудоподготовкой для месторождения Долпран. Гипотезой представлены постатейные расчеты геотехнологии и технологии разработки месторождения приведены в таблице 9 для ОГР и таблице 10 для ПГР.

Таблица 9. – Оценка стоимости и валовой рентабельности продукта по ценам золота при дискретном типе оруднения ОГР

Наименование показателей	Ед. изм.	1	2	3	4
по предельному коэфициенту вскрыши 1:10	т/т	1200	1800	2700	3000
Запасы руды, геологические	тыс. т	2651,9	2651,9	2651,9	2651,9
Содержание золота в эквиваленте	г/т	1,33	1,33	1,33	1,33
Запасы золота в эквиваленте	кг	3525,5	3525,5	3525,5	3525,5
Руда на переработку	тыс. т	2771,2	2771,2	2771,2	2771,2
выход, золото	кг	3081,3	3081,3	3081,3	3081,3
Содержание золота в товарной руде	г/т	1,11	1,11	1,11	1,11
Потери	Дол.единиц	0,95	0,95	0,95	0,95
Разубоживание	Дол.единиц	1,10	1,10	1,10	1,10
Базовая цена золото на ЛБМ	$/oz	1200,0	1800,0	2700,0	3000,0
Расчётная цена за золото	$/г	38,6	57,9	86,8	96,5
Рудоподготовка,обогащение		2,6	2,6	2,6	2,6
Выход концентрированной руды	$/т	1108,5	1108,5	1108,5	1108,5
Содержание золота, товарной руды	г/т	2,8	2,8	2,8	2,8
Извлечение золота на ЗИФ	%	0,9	0,9	0,9	0,9
Извлечённое золото на ЗИФ из одной тонны руды	г/т	2,6	2,6	2,6	2,6
Стоимость золота из тонны переработанной руды	$/т	98,7	148,0	222,0	246,7
Всего затрат		52,3	73,0	101,9	120,4
Доход	$/т	98,7	148,0	222,0	246,7
Прибыль	$/т	46,4	75,0	120,1	126,3
валовая рентабельность продукта	%	88,6	102,7	117,9	104,9

Таблица 10. – Оценка стоимости проекта по цене золота, дискретный тип оруденения, ПГР

	ед.измер	1	2	3
		№1	№2	№3
запасы разведочной модели		тыс $		тыс $
		1801	2700	3000
руда балансовая	тыс.т	903,1	903,1	903,1
среднее содержание	г/т	1,45	1,45	1,45
запасы	кг	1309,4	1309,4	1309,4

эксплутационные параметры				
потери	%	1,3	1,3	1,3
Разубоживаине	%	2,5	2,5	2,5
руда	т	913,6	913,6	913,6
среднее содержание	г/т	1,41	1,41	1,41
Эксплуатационные запасы	кг	1292,4	1292,4	1292,4
цена оценки,	$\oz	1801,0	2700,0	3000,0
цена за грамм	$\gram	57,9	86,8	96,5
извлечение на сепарации, руда товарная	%	365,44	365,44	365,44
Коцентрация золота при сенсорной сортировке		1279,49	1279,49	1279,49
среднее содежание концентрированной руды	г/т	3,50	3,50	3,50
полные операционные затраты	$\т	84264,2	90923,1	93144,7
валовый доход	тыс.$	68159,9	102194,6	113549,6
валовая рентабельность продукта	%	-19,1	12,4	21,9
Прибыль	тыс.$	-16104,2	11271,5	20404,9

1. Мозаичность блоков дискретных подсистем, в частности, для Nx0,01м по аналогии с исследованиями двух детально исследованных золоторудных месторождений КР, методом SBS, закономерность связанная с концентрацией рудных блоков в объеме до 99% в 40-60% объема товарной руды предполагают значительное изменение экономических показателей горного проекта в сторону роста прибыли.

2. К факторам влияния мозаичности рудных и безрудных блоков на геотехнологию и технологию можно отнести: сокращение объемов горных работ при добыче; сокращение выхода товарной руды для переработки; сокращение объемов перевозки руды до ЗИФ; сокращение капитальных и эксплуатационных затрат на переработку и извлечение; Значительные рост содержания компонента в руде на переработку предполагает увеличения коэффициента сквозного извлечения золота; сокращение выходы хвостов и содержание хвостового хозяйства; снижение экологической нагрузки на окружающую среду.

3. Очевидно, что в дискретных подсистемах, влияющих на геотехнологии Nx100;10;1м объем рудных блоков весьма завышен за счет безрудных блоков последующей подсистемы, размерность которых в системе не поддается прямому измерению. Исследование этого параметра имеет большое значение для обоснования методов и систем горных работ.

Выводы

Полученные результаты изучения гипотезы дискретного типа оруденения золоторудного месторождения Долпран имеет показателями значительный рост валовой рентабельности продукта с параметрами необходимыми и достаточными для положительной геолого-промышленной оценки, таблица 11. Является обоснованием необходимости постановки детальных исследовательских работ и разработки месторождений бедных руд.

Таблица 11. – Сравнительные показатели валовой рентабельности продукта, по методам оценки парадигмы оруденения, в ценовой динамике

метод	Параметры валовой рентабельности продукта, в %.	1800$/oz	2700 $/ oz	3000$/oz
ПГР	непрерывный тип оруденения	-29,9	-7,5	-4,6

	дискретный тип оруденения	-19,1	12,4	21,9
	Прирост рентабельности	10,8	19,9	26,5
ОГР	непрерывный тип оруденения	-6,4	19,2	20,7
	дискретный тип оруденения	102,7	117,9	104,9
	Прирост рентабельности	109,0	98,7	84,2

Список литературы

1. Нестационарные структуры и диффузионный хаос / Т. С. Ахромеева, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий, А. А. Самарский. – М.: Наука, 1992. – 544 с.

2. Беспалов, Г. А. Технико-экономическое обоснование кондиций месторождения Долпран / Г. А. Беспалов, Э. Э. Молдобаев [и др.]. – Фонды МПР КР. – Рукопись.

3. Особенности напряженного состояния горного массива Соколовского железорудного месторождения / А. Е. Балек, А. А. Панжин, Ю. П. Коновалова, Д. Е. Мельник // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений : сб. докладов 7-й Междунар. науч.-техн. конф. (Екатеринбург, 10–11 апреля 2018 г.) / ред. Н. Г. Валиев. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2018. – с. 256–264.

4. Технология разработки золоторудных месторождений / Л. И. Бутаков, Б. М. Зайцев, Ю. А. Казаченко [и др.]. – М.: Недра, 1995. – 336 с. – URL: https://www.geokniga.org/books/9011 (дата обращения: 28.05.2026).

5. Cox, S. F. Coupling between deformation, fluid pressure and fluid flow in ore-producing hydrothermal systems at depth in the crust // Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology 100th Anniversary Volume. – 2005. – P. 39–75.

6. Параметры прямой связи между процессами эндогенного рудообразования и объемного разуплотнения горных пород, контролируемой тектоническими деформациями взбросового типа (по реконструкциям полей напряжений регионального и локального рангов) / Н. Ю. Васильев, А. О. Мострюков, В. А. Петров [и др.] // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики : материалы LII Тектонического совещания. – М.: ГИН РАН, 2020. – с. 118–124.

7. Гленсдорф, П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций / П. Гленсдорф, И. Пригожин. – М.: УРСС, 2003. – 280 с.

8. Ермошкин, Д. Н. Обоснование использования мозаичной системы целиков в безрудных блоках при отработке жильных месторождений золота / Д. Н. Ермошкин, К. З. Курманалиев [и др.] // Горная промышленность. – 2023. – № 3. – с. 108–114. – DOI: 10.30686/1609-9192-2023-3-108-114.

9. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М.: УРСС, 2002. – 342 с.

10. Курленя, М. В. Проблемы нелинейной геомеханики / М. В. Курленя, В. Н. Опарин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2000. – № 4. – с. 3–26.

11. Кочарян, Г. Г. Геомеханика разломов / Г. Г. Кочарян. – М.: ГЕОС, 2016. – 424 с.

12. Кочарян, Г. Г. Динамика деформирования блочных массивов горных пород / Г. Г. Кочарян, А. А. Спивак. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 423 с.

13. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – Москва; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.

14. Макаров, П. В. Эволюционная природа блочной организации геоматериалов и геосред. Универсальный критерий фрактальной делимости / П. В. Макаров // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48, № 7. – с. 724–746.

15. Малинецкий, Г. Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов. – М.: УРСС, 2002. – 356 с.

16. Никоноров, В. В. Рудные месторождения Кыргызстана / В. В. Никоноров. – Бишкек: МПР КР; КМЭГЭИ, 2009. – 482 с.

17. Павлов, А. М. Фрактальные свойства геологической среды как показатель сложности условий эксплуатации золоторудных месторождений / А. М. Павлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 6. – с. 235–241. (Примечание: ГОСТ требует страницы статьи, ориентировочный диапазон добавлен для структуры).

18. Пригожин, И. Познание сложного. Введение / И. Пригожин, Г. Николис. – М.: УРСС, 2003. – 342 с.

19. Пиотровский, В. В. Использование морфометрии для изучения рельефа и строения Земли // Земля во Вселенной. – М.: Мысль, 1964. – с. 278–297.

20. Pirajno, F. Hydrothermal Processes and Mineral Systems / F. Pirajno. – Springer Science & Business Media, 2019. – Vol. 1. – 1250 p.

21. Садовский, М. А. Естественная кусковатость горной породы / М. А. Садовский // Доклады Академии наук СССР. – 1979. – Т. 247, № 4. – с. 829–831.

22. Садовский, М. А. О механике блочного горного массива / М. А. Садовский, Г. Г. Кочарян, В. Н. Родионов // Доклады Академии наук СССР. – 1988. – Т. 302, № 2. – с. 306–307.

23. Снетков, В. И. Фрактальный анализ – необходимый элемент геометризации месторождений полезных ископаемых / В. И. Снетков // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. – 2018. – Т. 41, № 3. – с. 106–118.

24. Старостин, В. И. Структуры рудных полей и месторождений / В. И. Старостин, А. Л. Дергачев, Ж. В. Семинский. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 352 с.

25. Sibson, R. H. Stress/fault controls on the containment and release of overpressured fluids: Examples from gold-quartz vein systems in Juneau, Alaska; Victoria, Australia and Otago, New Zealand / R. H. Sibson, J. Scott // Ore Geology Reviews. – 1998. – Vol. 13, iss. 1-5. – P. 293–306. – DOI: 10.1016/S0169-1368(97)00023-1.

26. Turcotte, D. L. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics / D. L. Turcotte. – Cambridge : Cambridge University Press, 1997. – 398 p.

27. Филонюк, В. А. О некоторых причинах низкой эффективности геолого-методического обеспечения современных поисково-разведочных и эксплуатационных технологий в золотодобывающей отрасли / В. А. Филонюк, И. А. Дубовская // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. – 2016. – № 3 (56). – с. 29–43.

28. Хакен, Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 411 с.

29. Характеристики дискретности и мозаичности блоков оруденения и безрудных блоков штокверкового золоторудного месторождения Джеруй / К. Э. Чуприн [и др.] // Горная промышленность. – 2024. – № 4. – с. 155–164. – DOI: 10.30686/1609-9192-2024-4-155-164.

30. Australian Proterozoic mineral systems: essential ingredients and mappable criteria / L. A. I. Wyborn, C. A. Heinrich, A. L. Jaques // AusIMM Publication Series. – 1994. – Vol. 4/94. – P. 109–115.

31. Корректировка экономической оценки в результате заверки сенсорной сортировкой дискретных, фрактальных характеристик оруденения месторождения Акташ (Кыргызская Республика) / Н. В. Яровой [и др.] // Недропользование и транспортные системы. – 2024. – Т. 14, № 3. – с. 28–37. – DOI: 10.18503/SMTS-2024-14-3-28-37.

32. Иерархическое блочное подобие оруденения и не линейная геомеханика месторождения Джамгыр / Д.Н. Ермошкин, Н.Н.Ермошкин и др./ Известия КГТУ имени И.Раззакова. – 2023.– №5(65). Стр. 573 – 584.

33. Сатыбеков М.Б., Зарлыков А.К., Шамшиев О.Ш. Особенности оценки основных параметров оруденения жильного золотокварцевого месторождения / Известия КГТУ имени И.Раззакова. - 2024. – №1(69) – стр.92 –106.

34. Тренды закономерностей распределения оруденения жильного золото - кварцевого месторождения./ М.Б.Сатыбеков, А.К.Зарлыков и др. / Известия КГТУ имени И.Раззакова. –.2025. – №1(73) – стр. 90- 106.