

УДК 553.411:552.5 (571.65)

© Коллектив авторов, 2006

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В РУДАХ НАТАЛКИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.Д.Ворожбенко, С.А.Григоров, П.И.Кушнарев, А.П.Кушнарев, В.Ю.Маркевич, В.Н.Токарев (ОАО «Рудник им. А.Матросова»)

Наталкинское месторождение открыто в 1944 г.; его подземная отработка проводилась в течение последних 60 лет. Месторождение детально разведано горными выработками и частично скважинами до горизонта с отметкой 600 м. В 2004–2006 гг. выполнялись геологоразведочные работы, направленные на изучение флангов и глубоких горизонтов, а также коренную переоценку запасов для условий открытой отработки. Буровые работы проводились по профилям через 200 м; по падению скважины располагались через 30–80 м.

В предшествующие годы накоплен обширный геологический материал и установлены факторы локализации оруденения. Анализ этих факторов был нацелен на изучение относительно богатых руд, частично отработанных в настоящее время. При оконтуривании оруденения по бортовому содержанию 0,4–0,6 г/т в пределах месторождения выделяются мощные и протяженные зоны относительно бедных руд, условия локализации которых ранее не были охарактеризованы.

Наталкинское золоторудное месторождение находится в пределах одноименного рудного поля, приуроченного к крупной складчатой структуре — Тенкинской антиклинали, ось которой ориентирована в северо-западном направлении. Месторождение локализуется в западном борту вулканотектонической просадки — структуры второго порядка по отношению к антиклинали. Это блоковая структура приурочена к узлу сочленения серии сближенных тектонических нарушений меридионального, субширотного и северо-восточного направлений. Занимает площадь на поверхности около 5 км, ширина ее 4 км. Ограничивающие тектонические разрывы ориентированы во встречных направлениях под углами 50–30°.

На площади месторождения развиты главным образом пермские вулканогенно-осадочные породы, разделяемые на тасскую (P_{1-2ts}), атканскую (P_{2at}) и нерючинскую (P_{2nr}) свиты. В пределах руд-

ного поля наиболее распространена атканская свита, почти полностью сложенная вулканогенным материалом. Ее стратификация возможна по относительному развитию продуктов вулканизма.

Строение минерализованной зоны месторождения и распределение в ней золота определяется положением основных рудоконтролирующих структур, среди которых выделяется Стержневой разлом (западная структура), ориентированный по азимуту 330–350° с падением на восток-северо-восток под углом 90–70°. Другим важным элементом строения месторождения является Восточная структура, представленная серией сближенных тектонических нарушений (бывшие рудные зоны 33, 45, 30) с крутым падением и простираем по азимуту 330°. В районе профиля –30 эти структуры сочленяются. К северу от места сочленения прослеживается один Стержневой разлом с опережающими нарушениями. Сочетание данных систем разрывных нарушений обуславливает разделение минерализованной зоны месторождения на две ветви.

В центральной части месторождения между отмеченными структурами располагается зона трещиноватости и прожилкования (бывшая рудная зона 3), имеющая встречное по отношению к другим структурам падение под углом 40–60° на запад-юго-запад. Зона полого погружается в южном направлении под углом 10–15°.

К юго-востоку от ручья Увальчик (профили +50... +55) рудоконтролирующие структуры достаточно резко меняют ориентировку. Их простираем в интервале между профилями +55... +120 составляет 300–320°; далее к юго-востоку ориентировка структур приближается к субширотной.

В всiachем боку минерализованной зоны, особенно в центральной и юго-восточной частях, локализуются опережающие структуры, имеющие сходную ориентировку и падающие на восток-северо-восток под углом 60–40°. В предыдущих подсчетах запасов (1981, 1990 гг.) они относились к рудным зонам Майская и Участковая. Формирование основ-

ных рудоносных структур сопровождалось развитием опережающих нарушений и зон трещиноватости различной ориентировки, в совокупности создающих образования типа «линейного штокверка» и занимающих при различной интенсивности почти весь объем недр между основными структурами, а также в их периферических частях. Характерная особенность тектонического строения месторождения — выполаживание основных структур с глубиной вплоть до субгоризонтального залегания. Нижняя граница развития оруденения определяется положением контакта атканской и тасской свит.

Пострудные разрывные нарушения поперечно-северо-восточного направления отмечаются на северо-западном (профили –50... –60) фланге и в центральной части (профили +20... +30) месторождения. Амплитуда перемещений по ним обычно не превышает 5–8 м. Исключением является зона Вольфрамового разлома на северном фланге, где отмечаются смещения до 50–100 м.

Минерализованная зона Наталкинского месторождения (Западная рудная залежь) прослежена по простиранию на расстояние около 5 км. Ее общая ширина достигает 1 км, установленный вертикальный размах оруденения составляет 900–1000 м. Параметры золотого оруденения в значительной мере зависят от бортового содержания. При низких значениях бортового лимита (0,4–0,6 г/т) выделяется единая Рудная залежь с апофизами, ответвлениями и редкими перерывами по мощности.

В процессе разведки флангов и глубоких горизонтов проводилась документация горных выработок и скважин, использовался опыт изучения месторождения в предшествующие годы. На основе эталонной коллекции и дополнительного полевого исследования каменного материала разработана стандартная схема описания пород и руд, околорудных изменений и других геологических признаков, установлены принципы их кодировки, применяемой в дальнейшем при компьютерной обработке данных.

Анализ рудоконтролирующих факторов проводился по материалам документации скважин и горных выработок. В процессе подготовки материала к кодированию обеспечивались однородность исходных данных и равномерная характеристика всего объема месторождения. Статистическая обработка и блочное моделирование геологических признаков осуществлялись с использованием программного комплекса «Datamine», что позволяло дать количественную характеристику влияния каждого фактора и отобразить пространственное положение геологических признаков в объеме месторождения.

Исходные данные для моделирования геологических признаков соответствуют единичным кер-

новым пробам, приведенным к длине 3 м. Для каждой из проб определены коды первичной документации и содержание в ней золота. На основе кодирования строились блочные модели признаков, которые сопоставлялись с блочными моделями оруденения, построенными с использованием всей разведочной информации, в том числе по горным выработкам. Размер элементарных блоков (ячеек) составлял 40×20×15 м. По анализируемым факторам и группам признаков рассчитывались статистические показатели как для всех ячеек в выборке, так и для их «рудной» части, которая выделялась по бортовому содержанию 0,6 г/т. В обработку по разным признакам вовлекались около 90 тыс. показателей. В качестве основных факторов рассмотрены литологические, структурно-тектонические и околорудные изменения вмещающих пород. При анализе структурно-тектонических условий отдельно рассмотрены типы относительно крупных разрывных нарушений и зоны кварцевого прожилкования.

Литологические факторы. Анализ информации, полученной при документации скважин колонкового бурения, показал, что в изучаемых разрезах резко преобладают алевроглинистые сланцы с различной примесью вулканогенного материала. Сланцы различаются по содержанию кластического вулканогенного материала псефитовой и псаммитовой размерностей. По этому признаку на месторождении выделено пять основных разновидностей осадочных пород:

1. Нерасчлененные осадочные — глинистые сланцы, алевролиты, алевроглинистые сланцы с прослоями или включениями одной породы в другую. Их характерной особенностью является отсутствие визуально различного вулканокластического и пеплового материала.

2. Осадочные, осадочно-вулканогенные с включениями и «прослоями» кластического и обломочного материала псаммитовой размерности (пепловые акватуфы, по В.А.Сурчилову).

3. Вулканогенно-осадочные, осадочно-вулканогенные и пепловые акватуфы с включениями лапиллиевых, кристаллолитокластического и обломочного материала псефитовой и псаммитовой размерностей до 5%.

4. Вулканогенно-осадочные, осадочно-вулканогенные (и лапиллиевые лито- и кристаллокластические акватуфы) с содержанием вулканокластического материала псефитовой и псаммитовой размерностей 5–40%.

5. Вулканогенно-осадочные, осадочно-вулканогенные (и лито-кристаллокластические акватуфы, возможно, туфогурбидиты) с содержанием литокластики до 70% с преобладанием материала гравийной и агломератовой размерностей.

Описанные разновидности пород ранее детально не выделялись, в связи с чем для изучения закономерностей их размещения используются преимущественно данные документации скважин.

По литературным данным, указанный комплекс пород формировался в условиях подводных и частично надводных извержений вулканов в пределах островных дуг. Для характеристики этих пород иногда используется термин «акватуфы». Со структурно-тектонических позиций Наталкинскую вулканотектоническую структуру можно рассматривать как кальдерообразную, которая возникла в результате проседания пород над магматической камерой и была осложнена в последующем складкообразованием.

Статистический анализ распределения содержаний золота по пробам в различных разновидностях пород показал, что они несколько различаются по средним содержаниям золота и дисперсиям (табл. 1). Наиболее низкими содержаниями отличаются четвертая и пятая разновидности (0,74 и 0,78 г/т). Максимальное среднее содержание (1,52 г/т) характерно для второй разновидности пород — пепловых туфов. Эти же породы обладают максимальной дисперсией содержаний по пробам (24,85). Промежуточное положение занимают третья и первая разновидности, средние содержания золота в которых практически не различаются между собой (1,15 и 1,05 г/т), хотя третья разновидность обладает относительно большей дисперсией (16,0 против 7,3).

Ранее установлено, что распределение содержания золота по пробам на Наталкинском месторождении удовлетворительно описывается логарифмически нормальным законом. В соответствии с этим для различных литологических разновидностей пород были построены гистограммы и кумулятивные функции распределения для натуральных логарифмов, а также рассчитаны средние значения логарифмов и дисперсии распределений (рисунок). Для всех

распределений средние логарифмы несколько различаются между собой, однако дисперсии логарифмов практически одинаковы, что говорит о сходном уровне изменчивости содержаний по всем разновидностям пород. Гистограммы распределений для всех типов пород имеют бимодальный характер, отражающий деление совокупности на безрудную часть (левый максимум) и минерализованную зону (правая часть кривой). Разделяющий их минимум приходится на содержание около 0,14 г/т. Модальное значение во всех выборках в пределах минерализованной зоны соответствует значению 0,6 г/т.

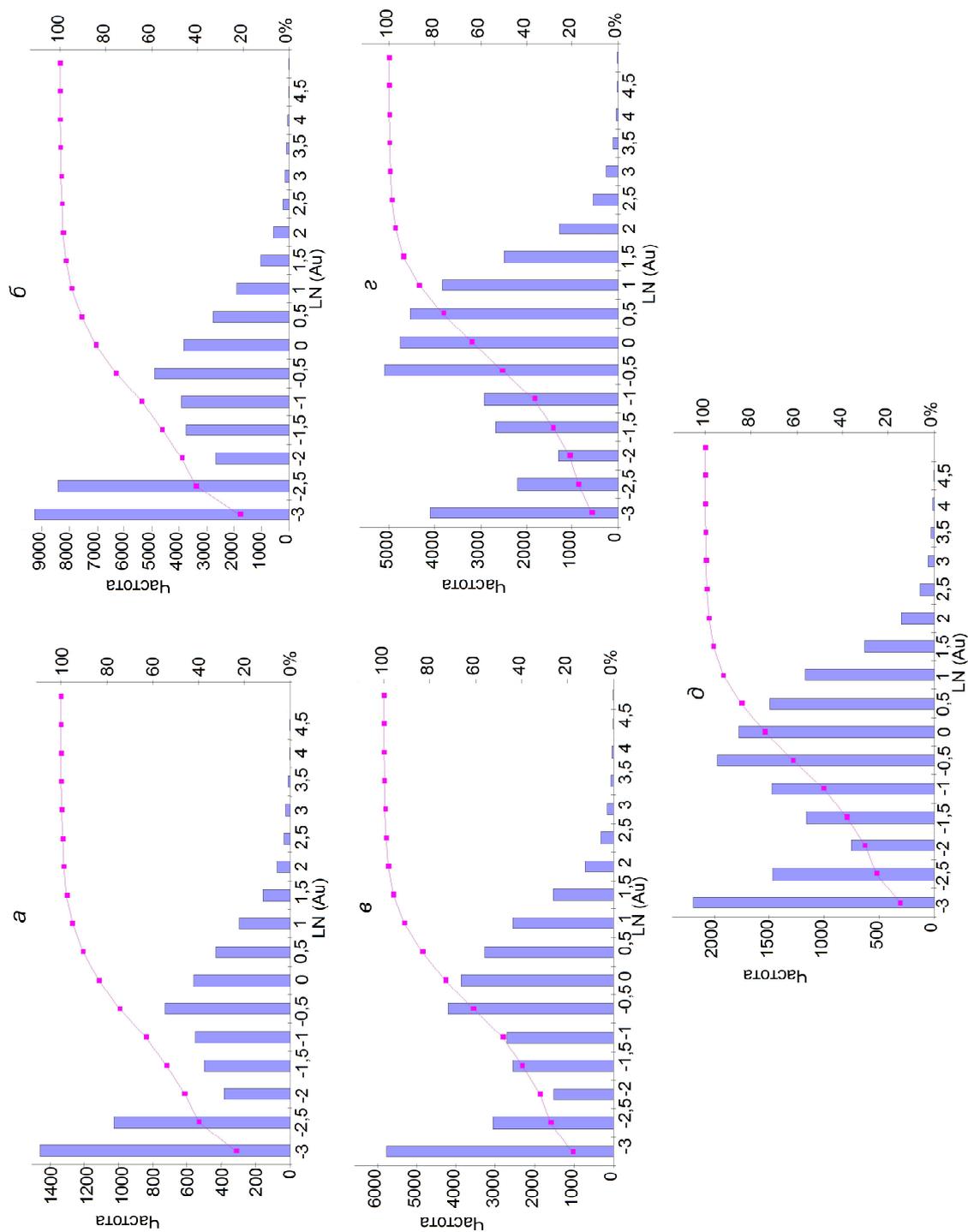
Анализ влияния состава пород на характеристики оруденения проводился путем построения блочной модели по кодам выделенных литологических разновидностей. Из ячеек, в которых содержание превышало значение 0,6 г/т, формировались отдельные выборки (см. табл. 1). По выборкам вычислены средние содержания золота в объеме руды. Для наглядной демонстрации этого влияния был введен коэффициент избирательности, представляющий собой отношение доли запасов руды или металла к общей доле пород данной разновидности в изученных разрезах. В тех случаях, когда коэффициент существенно отличается от единицы, можно говорить о благоприятных или неблагоприятных свойствах пород.

Приведенные расчеты показали, что около 27% суммарного объема ячеек и, следовательно, запасов руды относятся ко второй разновидности пород, причем среднее содержание в этих пробах наиболее высокое (2,27 г/т) из всех выборок. В целом в этой разновидности пород локализуется около 39% запасов золота, хотя их доля в общем объеме пород по изученным разрезам составляет 27,2%. Коэффициенты избирательности по руде и металлу — 1,3 и 1,42. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о благоприятных для локализации оруденения физико-механических и химических свойствах пепловых туфов.

1. Статистические характеристики параметров золотого оруденения по литологическим разновидностям пород

Параметры	1	2	3	4	5
Доля объема, %	11,1	27,2	24,2	33,0	4,7
Среднее содержание Au, г/т	1,05	1,52	1,15	0,78	0,74
Дисперсия	7,34	24,85	16,05	11,94	5,65
Средний логарифм	-1,036	-0,581	-1,018	-1,604	-1,568
Дисперсия логарифмов	2,50	2,34	2,74	2,54	2,53
Доля запасов руды, %	11,7	35,4	25,5	24,0	3,4
Среднее содержание Au в руде, г/т	1,83	2,27	2,06	1,94	1,73
Доля запасов Au, %	10,3	38,7	25,2	22,4	3,1
Коэффициент избирательности по руде (металлу)	1,05 (0,93)	1,3 (1,42)	1,05 (1,04)	0,73 (0,68)	0,72 (0,64)

Примечание: 1–5 — разновидности пород (см. текст).



Распределение логарифмов содержаний золота в выделенных разновидностях пород:

a — пятой, *б* — четвертой, *в* — третьей, *г* — второй, *д* — первой

Наиболее низким средним содержанием золота (1,73 г/т) характеризуется пятая разновидность пород, в которой локализуется 3,4% запасов руды и 3,1% запасов золота. Эти породы составляют около 5% от общего объема и в целом могут считаться неблагоприятными для локализации оруденения, так как коэффициенты избирательности для них ниже единицы.

Четвертая разновидность пород характеризуется в своей рудной части несколько более высоким средним содержанием золота (1,94 г/т), однако запасы руды и золота в ней составляют только 24 и 22,4% соответственно, что существенно ниже доли этих пород в общем объеме (33%) по изученным разрезам. Коэффициенты избирательности составляют 0,73 по руде и 0,68 по металлу. Таким образом, эта разновидность также может считаться неблагоприятной для развития золоторудной минерализации.

Третья и первая разновидности пород мало отличаются по средним содержаниям золота от второй (2,06 и 1,83 г/т соответственно). Доля запасов руды (25,5 и 11,7%) и золота (25,2 и 10,3%) практически соответствует их распространенности (24,2 и 11,1% общего объема) в изученных разрезах. Данные разновидности пород могут считаться «нейтральными» по отношению к золотому оруденению. В целом в благоприятных и «нейтральных» разновидностях пород локализуется около 75% запасов золота.

Для характеристики положения указанных разновидностей в пространстве месторождения была построена блочная литологическая модель. Ее анализ показывает, что в размещении литологических разновидностей пород отсутствует отчетливо выраженная стратификация, позволяющая проследить отдельные прослои на значительные расстояния. По мнению авторов, это связано как с существенной тектонической нарушенностью минерализованной зоны, так и с высокой фашиальной изменчивостью пород. Отмечается приуроченность разновидностей с высоким содержанием кластического материала (четвертая и пятая) к средней и нижней частям разреза атканской свиты.

Учет литологического контроля оруденения отражается в увязке рудных интервалов и выделении рудных тел, субогласных с залеганием пород, особенно в нижней части месторождения. Раздельный подсчет запасов по литологическим разновидностям представляется нецелесообразным в связи с невыдержанностью их залегания по простиранию и падению. Кроме того, различие средних содержаний золота в основных разностях пород относительно невелико и составляет 10–15%.

Структурно-тектонические факторы. Тектонические нарушения, отмеченные при документации скважин, разделены на следующие типы: 1 — зоны дробления; 2 — зоны милонитизации; 3 — зоны смятия и рассланцевания; 4 — зоны углеродистых тектонитов, т.е. зоны раздробленных пород с примазками углестого вещества на плоскостях трещин; 5 — участки интенсивной трещиноватости; 6 — участки трещиноватости средней интенсивности; 7 — участки редкой трещиноватости; 8 — участки с единичными тектоническими трещинами в породах.

Результаты статистической обработки данных представлены в табл. 2. В объеме месторождения наиболее распространены зоны дробления, доля которых достигает 38% изученного разреза. Следующими по значимости являются участки интенсивной трещиноватости — 26%. Наименее распространены углеродистые тектониты, составляющие 0,36% от общего метража документации. Средние содержания золота по всем типам нарушений в редких случаях отличаются более чем на 20% от общего среднего содержания.

Гистограммы распределения логарифмов содержаний для всех выделенных типов нарушений имеют типичный бимодальный вид с максимальными и минимальными значениями, характерными и для литологических разностей пород. Это определяет относительно малые различия дисперсий логарифмов по выборкам. В то же время, средние значения логарифмов для отдельных типов (4 и 8) могут различаться почти в два раза, что говорит о влиянии данного фактора на параметры оруденения.

По коэффициентам избирательности можно выделить два типа нарушений — зоны милонитизации (2) и углеродистых тектонитов (4), неблагоприятных для локализации оруденения. Они характеризуются самыми низкими (1,58 и 1,76 г/т) значениями средних содержаний золота в руде. Влияние этих структур на общий характер распределения золотого оруденения относительно невелико, поскольку доля запасов руды в них не превышает 5%.

Относительно благоприятными для локализации оруденения могут считаться зоны дробления (1) и интенсивной трещиноватости (5), которые характеризуются повышенными (2,07 и 2,12 г/т) средними содержаниями золота. Эти типы нарушений определяют локализацию около 70% запасов золота и широко распространены в объеме месторождения (64%). Остальные разновидности структур могут считаться практически «нейтральными» по отношению к положению оруденения. В целом данный фактор оказывает слабое влияние на параметры оруденения, поскольку средние содержания золота в разных типах дизъюнктивов очень мало раз-

2. Статистические характеристики параметров золотого оруденения по типам тектонических нарушений

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8
Доля объема, %	38,0	5,2	9,6	0,36	26,0	14,1	3,0	3,7
Среднее содержание Au, г/т	1,18	0,82	0,99	0,65	1,18	0,94	1,12	1,21
Дисперсия	10,77	3,50	7,50	2,58	15,50	12,64	20,87	9,04
Средний логарифм	-0,972	-1,234	-1,071	-1,708	-1,002	-1,252	-1,139	-0,90
Дисперсия логарифмов	2,72	2,40	2,36	2,36	2,64	2,71	2,43	2,48
Доля запасов руды, %	40,1	4,5	9,4	0,22	26,5	12,7	2,8	3,5
Среднее содержание Au в руде, г/т	2,07	1,58	1,80	1,76	2,12	1,89	2,21	2,28
Доля запасов Au, %	41,0	3,7	8,4	0,20	27,8	11,8	3,0	3,9
Коэффициент избирательности по руде (металлу)	1,05 (1,08)	0,86 (0,71)	0,98 (0,88)	0,61 (0,56)	1,07 (1,02)	0,90 (0,84)	0,93 (1,00)	0,95 (1,05)

Примечание. 1–8 — типы нарушений (см. текст).

личаются между собой и степень их избирательности тоже невелика. Этот вывод не умаляет значения тектонических нарушений как рудоконтролирующих и экранирующих структур, определяющих увязку залежей и разделение их на блоки с разной продуктивностью.

Кварцевое прожилкование по степени интенсивности его проявления условно выражено в процентах. При оценке интенсивности в основном учитывался характер выделения кварцевых прожилков и их частота. В качестве дополнительного признака служила преобладающая мощность прожилков. За 100% принято сплошное выделение кварца в виде кварцевых жил и зон брекчирования с кварцем в цементе; 80% — интенсивное сетчатое прожилкование; 50% — зоны дробления и сетчатого прожилкования средней интенсивности с кварцевыми прожилками мощностью 5–10 мм; 20% — единичные (1–0,5 на погонный метр) прожилки мощностью 2–3 мм.

Для статистического анализа выделены следующие классы по степени интенсивности прожилкования, %: 0–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–60, 60–80, >80.

Обработка данных проведена по тому же алгоритму, что и в предыдущих случаях. Ее результаты приведены в табл. 3.

Анализ распределений логарифмов содержаний в выделенных градациях степени прожилкования показывает, что для них характерна бимодальность, присущая и другим признакам. Различие в параметрах распределений отмечается только для содержаний; дисперсии логарифмов достаточно стабильны.

Наиболее низкие содержания золота отмечают в классе прожилкования менее 20%. Этот же класс обладает минимальным коэффициентом избирательности по металлу. Его роль в строении месторождения крайне невелика (около 0,5% от общего объема минерализованной зоны). Следующие три класса прожилкования (от 20 до 50%) практически не различаются между собой по содержанию золота в руде, а по коэффициентам избирательности могут считаться «нейтральными». На долю этих классов приходится более 78% общего объема оруденения. Наиболее отчетливо связь степени кварцевого прожилкования с параметрами оруденения

3. Статистические характеристики параметров золотого оруденения по степени кварцевого прожилкования, %

Параметры	Степень прожилкования						
	<20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–80	>80
Доля объема, %	0,5	13,9	38,2	26,3	14,7	6,1	0,34
Среднее содержание Au, г/т	0,73	1,04	0,93	1,02	1,35	1,32	2,11
Дисперсия	1,38	12,5	11,3	6,8	17,6	7,4	5,7
Средний логарифм	-1,22	-1,068	-1,193	-1,078	-0,763	-0,726	0,235
Дисперсия логарифмов	1,96	2,64	2,58	2,68	2,59	2,45	1,46
Доля запасов руды, %	0,48	15,2	32,7	26,3	17,2	7,5	0,58
Среднее содержание Au в руде, г/т	1,37	1,95	1,92	1,89	2,36	2,28	2,43
Доля запасов Au, %	0,33	14,6	31,1	24,8	19,9	8,6	0,70
Коэффициент избирательности по руде (металлу)	0,96 (0,66)	1,09 (1,05)	0,86 (0,81)	1,0 (0,94)	1,14 (1,35)	1,22 (1,41)	1,93 (2,00)

проявляется для относительно высоких классов прожилкования — от 50 до 100%. Для них характерны повышение содержаний золота в руде и увеличение коэффициентов избирательности как по руде, так и по металлу. Самые высокие показатели отмечаются для последнего класса, хотя доля связанных с ним запасов золота составляет около

указанных признаков, как и в предыдущих случаях, построена блочная модель, проведены расчеты статистических параметров распределений по выборкам. Результаты обработки данных приведены в табл. 4.

Аргиллизированные породы характеризуются минимальным средним содержанием золота и име-

4. Статистические характеристики параметров золотого оруденения по типам изменений вмещающих пород

Тип изменений	1	2	3	4	5	6	7	8
Доля объема, %	18,9	35,4	0,6	–	9,1	0,7	11,8	21,1
Среднее содержание Au, г/т	0,94	0,95	1,69	0,23	1,01	0,84	1,56	1,22
Дисперсия	5,22	10,52	12,8	–	9,75	6,21	13,32	15,04
Средний логарифм	–1,223	–1,262	–0,541	–	–1,192	–1,290	–0,561	–0,94
Дисперсия логарифмов	2,58	2,64	2,42	–	2,63	2,52	2,40	2,68
Доля запасов руды, %	18,6	32,4	0,72	–	8,9	0,58	15,8	23,0
Среднее содержание руды, г/т	1,83	1,91	2,87	–	1,97	1,66	2,28	2,18
Доля запасов Au, %	16,8	30,5	1,0	–	8,6	0,47	17,8	24,7
Коэффициент избирательности по руде (металлу)	0,98 (0,89)	0,92 (0,86)	1,20 (1,70)	–	0,98 (0,95)	0,83 (0,68)	1,34 (1,51)	1,09 (1,17)

Примечание. 1–8 — типы изменений (см. текст).

0,7%. Вывод о приуроченности богатого золотого оруденения к зонам интенсивного кварцевого прожилкования и брекчирования, а также к кварцевым жилам соответствует сложившимся ранее представлениям. На долю этих классов приходится не более 30% запасов золота. Остальная его часть в виде бедных и убогих руд локализуется в зонах средней и низкой интенсивности кварцевого прожилкования, широко распространенных в объеме месторождения.

Анализ пространственного размещения кварцевого прожилкования показывает, что основные рудоконтролирующие структуры отчетливо трассируются зонами с высокой интенсивностью окварцевания, что позволяет рассматривать «кварцевую модель» как геологическую основу для увязки рудной залежи и подсчета запасов. По простиранию и падению этих структур могут отмечаться достаточно резкие изменения этого показателя под влиянием поперечных и диагональных структур, экранирующих и золотое оруденение.

Изменения вмещающих пород. Изменения фиксировались при визуальном описании пород в процессе документации. Для анализа использовано восемь типов изменений: 1 — окварцевание, 2 — карбонатизация, 3 — гидрослюдизация, 4 — аргиллизация, 5 — каолинизация, 6 — серцитизация, 7 — хлоритизация, 8 — ожелезнение. Для

этого типа изменений исключен из дальнейшего анализа. Статистические распределения логарифмов содержаний по выборкам характеризуются типичными бимодальными кривыми и различаются средними значениями логарифмов. Разделение выборок на рудную и безрудные части выполнено по бортовому содержанию 0,6 г/т. Максимальными средними содержаниями золота в руде характеризуются гидрослюдистые (3), хлоритизированные (7) и ожелезненные (8) породы. Последний тип, скорее, следует рассматривать как результат окисления сульфидов (сульфидизация) вдоль систем трещин. Эти же типы изменений характеризуются повышенными коэффициентами избирательности по руде и металлу, особенно хлоритизация и гидрослюдизация. В целом они определяют положение почти 45% запасов золота.

Неблагоприятна для локализации оруденения серцитизация, которой свойственны минимальные коэффициенты избирательности (0,83 и 0,68). Этот тип изменений почти не встречается в объеме месторождения (0,7%). Остальные типы измененных пород следует считать «нейтральными» относительно оруденения. Различие содержаний золота в разных типах пород относительно невелико (20–30%), что говорит об ограниченном влиянии данного фактора на локализацию оруденения.

Пространственное положение вмещающих пород с различными типами изменений в основном соответствует положению основных рудоконтролирующих структур и минерализованной зоны в целом.

Отмеченные благоприятные признаки взаимосвязаны с геофизическими и геохимическими аномалиями. Рудонасыщенная часть минерализованной зоны совпадает с областью минимальных значений поля естественной радиоактивности, фиксируемой при гамма-каротаже скважин колонкового бурения. Кроме того, ее положение контролируется ореолами повышенных содержаний мышьяка, вольфрама, цинка и пониженных — оксидов железа, калия, бария, меди, свинца.

Проделанное исследование позволяет сформулировать следующие выводы.

Блочное моделирование в сочетании со статистическим анализом является эффективным средством количественной оценки влияния геологических факторов на локализацию оруденения.

На размещение золотого оруденения Наталкинского месторождения оказывают влияние литологические, структурно-тектонические и другие визуально выявленные признаки. В совокупности они

позволяют в процессе документации выделять рудоносные объемы недр и оценивать полноту оконтуривания месторождения. По этим же признакам можно оперативно оценивать потенциальную рудоносность новых минерализованных зон и залежей на сопредельных участках и территориях.

Благоприятные для локализации оруденения признаки занимают от 21 до 68% общего изученного объема недр, что говорит об их широкой распространенности. В то же время, степень влияния каждого из них на рудонасыщенность и на содержания золота относительно невелика и составляет 10–25%. Это обеспечивает относительную равномерность содержаний в рудах по всему объему месторождения при данных условиях оконтуривания.

Положение участков богатых руд — рудных столбов — определяется совокупным влиянием всех факторов, которое проявляется локально, особенно в пределах Центрального участка месторождения.

Характерной особенностью пространственного размещения благоприятных рудоконтролирующих факторов в объеме месторождения является их взаимная совмещенность и корреляция с геофизическими и геохимическими данными.