

Наталкинское золоторудное месторождение — строение и основные поисковые признаки

С.А.ГРИГОРОВ, В.Д.ВОРОЖБЕНКО, П.И.КУШНАРЕВ, В.Ю.МАРКЕВИЧ, В.Н.ТОКАРЕВ, В.И.ЧИЧЕВ, Н.П.ЯГУБОВ (ОАО «Рудник им. Матросова»), Б.К.МИХАЙЛОВ (Роснедра)

Наталкинское золоторудное месторождение в настоящее время является крупнейшим и первым представителем месторождений России данного перспективного экономического класса [11]. В этой связи представляется актуальным рассмотреть новые сведения об особенностях его строения, позволяющие оценить возможность открытия подобных объектов на других территориях.

Наталкинское месторождение было выявлено в 1944 г. Е.П.Машко, а с 1945 г. на нем был организован рудник им. Матросова. Добыча руды подземным способом проводилась до 30 мая 2004 г. и была прекращена в связи с ее неэффективностью. На балансе предприятия числилось около 250 т запасов золота категорий С₁ и С₂, большая часть которых была недоступна для подземной отработки по технико-экономическим условиям. Реально только относительно богатые руды в количестве около 10 т золота могли считаться балансовыми.

Переоценка перспектив месторождения оказалась возможной на основе предложений М.П.Казмирова (2000) и В.В.Рудакова (2003) по его отработке открытым способом, оконтуривания по другим кондиционным требованиям. Поэтому стало необходимым проведение геологоразведочных работ для изучения флангов и глубоких горизонтов указанного месторождения.

Доразведка флангов и глубоких горизонтов Наталкинского месторождения проводилась бурением наклонных колонковых скважин по сети 200 30—80 м в сочетании с ограниченным объемом проходки горных выработок на горизонте 600 м и канав на поверхности. В результате на месторождении сформирована комбинированная разведочная сеть из канав подземных горных выработок (до горизонта 600 м) и вертикальных буровых скважин в профиле через 200 м до горизонта 200—100 м.

Выполненные работы позволили получить новые данные о строении месторождения и его окружения, морфологии рудной залежи и закономерностях распределения золотых руд, пригодных для условий открытой отработки. Проведено обоснование кондиций и выполнен подсчет запасов при бортовом содержании золота 0,4 г/т, что утверждено Государственной комиссией по запасам (ГКЗ) Роснедра.

Характеристика геолого-структурной позиции Наталкинского месторождения и общие вопросы его геологического строения неоднократно обсуждались в геологической литературе [1, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

В связи с разработкой критериев поисков крупнообъемных месторождений установление позиции Наталкинского месторождения в ряду: металлогеническая область (Центрально-Колымский район)—рудный район—рудный узел—рудное поле—месторождение (рудная залежь) авторами использованы геохимические данные (потоки рассеяния, вторичные и первичные ореолы). Это позволило обосновать пространственное положение геохимических границ отмеченных металлогенических таксонов.

Геохимическое поле Центрально-Колымского района характеризуется концентрически-зональным строением,

имеет форму вытянутого в северо-восточном направлении эллипса, с общим погружением аномалий с севера на юг и склонением на восток. Размеры металлогенической области составляют 600 200 км. В ее центре на поверхности фиксируются признаки проявления гранитоидного магматизма, жильных рудопоявлений золото кварцевого состава. В центре рудообразующей системы расположено подавляющее большинство россыпных месторождений золота и многочисленных жильных проявлений Центрально-Колымского района.

Периферия рудообразующей системы характеризуется меньшей дифференциацией химических элементов и комплексным составом. На севере юго-западной части периферии расположены Тенькинский рудный район и Омчакский рудный узел.

Омчакский рудный узел приурочен к кольцеобразной области гранитоидных массивов, выходящих по ее периметру и не вскрытых в центральной части. Структура геохимического поля [2, 3] и космо-, фотогеологическое дешифрирование территории дают основание предполагать важную роль гранитоидов в формировании Омчакского рудного узла, в центре которого в надинтрузивной зоне расположено *Наталкинское рудное поле*. Оно находится между двумя тектоническими зонами северо-западной ориентировки — Главный и Омчакский разломы (рис. 1).

В строении месторождения участвуют главным образом вулканогенно-осадочные толщи пермского возраста, дайки и другие субинтрузивные тела. Среди даек преобладают габбро-диабазы, спессартиты, кварц-альбитовые порфиры, фельзиты, аплиты. Значительно реже встречаются дайки диоритовых порфиритов [6, 7].

Месторождение расположено на территории, ограниченной Главным разломом и поперечными к нему нарушениями. Главный разлом имеет север-северо-западное простирание и падение на восток-северо-восток под углами 60—70°. Главный разлом представлен мощной (20—50 м) зоной трещиноватости и субпараллельных тектонических швов с участками брекчирования, тонкого дробления пород, глиной трения и зеркалами скольжения. Минерализованная зона месторождения непосредственно примыкает к висячему боку Главного разлома. Промышленные руды в зоне разлома практически отсутствуют. Общий характер перемещений по разломам можно определить как левый сбросо-сдвиг. Амплитуда перемещений оценивается в первые сотни метров (рис. 2, А).

Аналогичное строение и отношение к рудообразованию имеет Омчакский разлом на участке сочленения его с поперечными нарушениями, ограничивающими Наталкинское месторождение на юге и юго-востоке. Проявления коренного золота располагаются как в лежащем (Омчакское месторождение), так и висячем боку, где в долине р.Омчак являются основным источником известной Омчакской россыпи. К настоящему времени геохимическим методом и обнаружено не менее четырех рудных зон, одна из которых по мощности соизмерима с Наталкинской рудной залежью.



Рис. 1. Геолого-структурная схема Наталкинского рудного поля. По А.М.Жирнову (1980) с добавлениями авторов:

1 — Рудная залежь Наталкинского месторождения; 2 — перспективная площадь на южном фланге в обрамлении Рудной залежи; 3 — площадь Омчакского месторождения; 4 — перспективная площадь в висячем боку Омчакского разлома; 5 — региональные разломы; 6 — разрывные нарушения; дайки состава: 7 — кислото-, 8 — основного; 9 — элементы залегания

Среди терригенных пород пермского возраста, вмещающих месторождение, залегают обломочные образования дискуссионной природы. Они весьма выдержаны по составу. Ранее такие породы относились к «атканской» свите. Эти породы визуальнo классифицированы по количеству и размерам новообразований и вкрапленников (см. рис. 2) и представляют собой образования смешанного состава (плаггиоклаз 25—45%, кварц 30—50%, мельчайшие частицы углеродистых пород). Характерно почти полное отсутствие цемента. В пределах центральной части рудного поля данные породы имеют, как согласные, так и секущие контакты с типичными осадочными породами. Подобные породы встречаются на Дегдеканском, Токичанском, Табогинском и других рудных полях Центрально-Колымского района. По комплексу признаков ряд исследователей эти породы относит к диамиктитам, или *флюидизитам* [4, 13]. Рудная залежь находится в основном среди метасоматитов, развитых по таким породам, их пространственное положение возможно контролируется тектоническими нарушениями преимущественно северо-западной ориентировки.

Строение минерализованной зоны, вмещающей рудную залежь, определяется положением основных структур, среди которых на западе выделяется Стержневой разлом,

ориентированный по азимуту 330—350 с падением на восток-северо-восток под углом 90—70°. На восточном фланге важным элементом строения месторождения является серия сближенных тектонических нарушений с крутым падением и простиранием по азимуту 330 (бывшие рудные зоны 33, 45, 30). В районе профиля 30 эти структуры сочленяются. К северу от места сочленения прослеживается один Стержневой разлом с оперяющими нарушениями.

Сочетание данных систем разрывных нарушений определяет разделение минерализованной зоны месторождения на две ветви, расходящиеся в южном направлении. Для юго-восточной части месторождения характерно резкое изменение простирания основных рудоносных структур. Здесь увеличивается общая мощность минерализованной зоны со снижением компактности оруденения. Разворот структур обусловлен наличием поперечной зоны разрывных нарушений, отчетливо проявленной в геохимическом и геофизическом полях. Их простирание в интервале между профилями 55—120 составляет 300—320°, а юго-восточнее ориентировка структур приближается к субширотной.

В висячем боку минерализованной зоны, особенно в ее центральной и юго-восточной частях, расположены параллельные разрывные структуры меньшего размера, имеющие сходную ориентировку и падающие на восток-северо-восток под углом 60—40°. Формирование основных рудоносных разрывов сопровождалось развитием оперяющих зон трещиноватости различной ориентировки, создающих структуру типа «линейного штокверка» и занимающих почти весь объем недр между основными разрывами, а также на их периферии. Нижняя граница развития оруденения определяется положением контакта диамиктитов с глинистыми сланцами.

Минерализованная зона Наталкинского месторождения прослежена по простиранию на расстояние около 5 км. Ее общая ширина достигает 1 км, установленный вертикальный размах 900—1200 м. При бортовом лимите 0,4—0,6 г/т концентрации золота объединяются в *Рудную залежь* с частными ответвлениями. Во внутреннем строении этой залежи можно выделить обогащенные участки — рудные столбы, локализация которых совпадает с участками пересечения основных разрывов диагональными и поперечными нарушениями. Распределение рудных столбов в пределах Рудной залежи относительно равномерное, что приводит к довольно малой изменчивости содержания золота в рудных интервалах. По структурно-морфологическим особенностям рудных объемов месторождение условно разделяется на три участка — Северо-Западный (профили 90... 15), Центральный (профили 10... 50) и Юго-Восточный (профили 55... 170). Северо-Западный участок характеризуется относительно простым строением и компактным размещением оруденения. Ширина минерализованной зоны здесь составляет 100—200 м. Оруденение на этом участке прослежено от 600 до 350 м, при общем погружении на юго-восток. Центральный участок характеризуется наибольшей продуктивностью и относительно высокими содержаниями золота. Мощность рудной залежи здесь достигает 400 м. Рудная залежь на Центральном участке прослежена до отметки 200 м.

Юго-Восточный участок характеризуется разделением рудной залежи на две ветви и обратным их склонением.

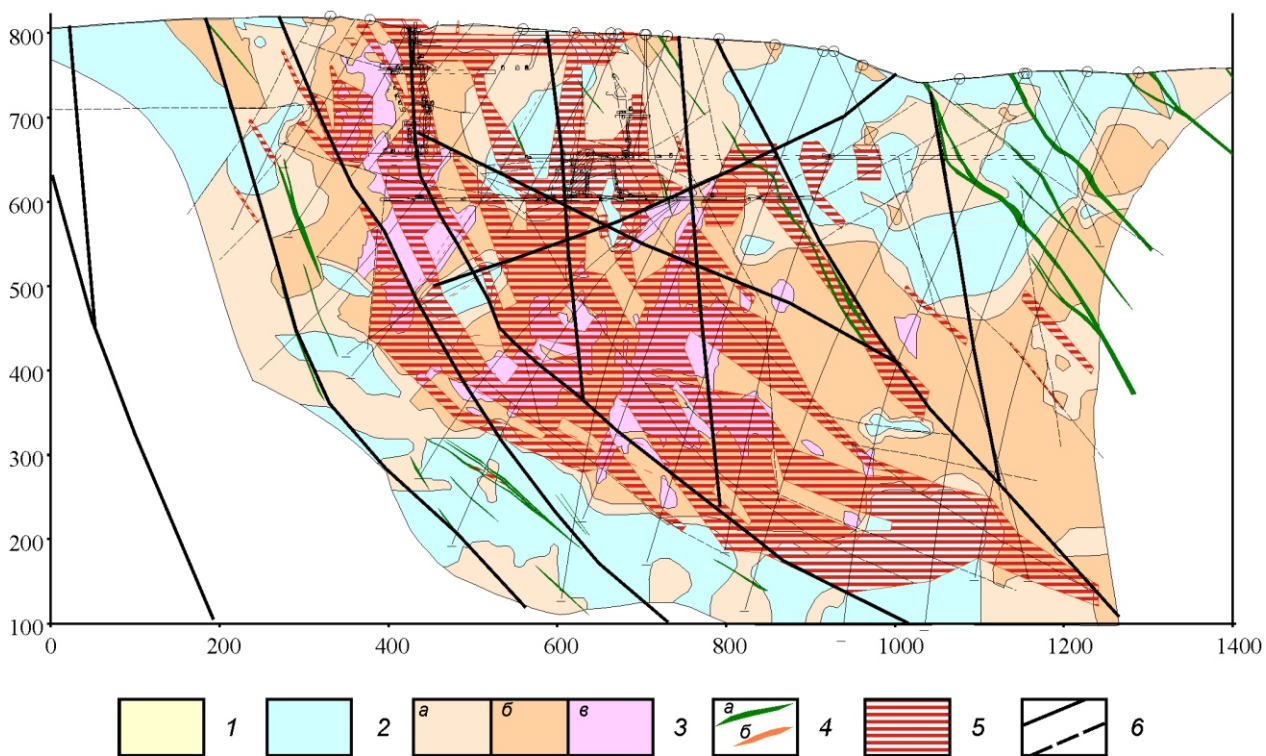
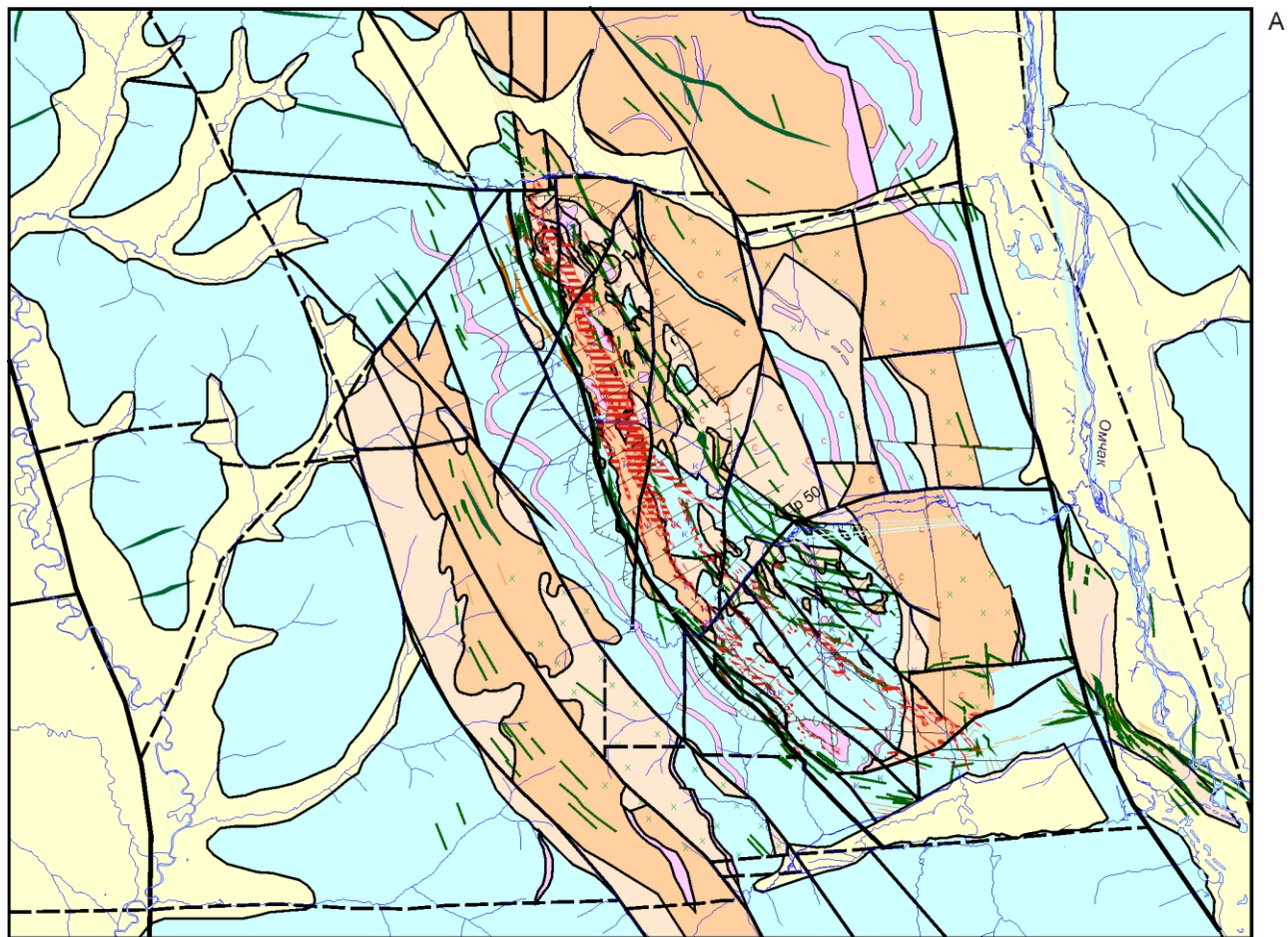


Рис. 2. Схематическая геологическая карта (А) и геологический разрез по профилю 50 (Б) Наталкинского месторождения:

1 — четвертичные отложения нерасчлененные; 2 — алевро-пелитовые и псаммитовые осадочные и туфогенно-осадочные отложения; 3 — осадочные и туфогенно-осадочные отложения с включениями туфогенного материала: псаммо-песчитового (размер: *a* — до 5%, *б* — 5—40%), *в* — песчитового и агломератового (размер 20—70%); 4 — дайки основного (*a*) и кислого (*б*) составов; 5 — контуры рудной залежи по борту 0,4 г/т; 6 — разрывные нарушения

Наиболее выдержанная и протяженная из них — рудная зона *Участковая*, располагающаяся на восточном фланге месторождения и прослеженная по падению до отметки 150 м (профиль 70). Наибольшая продуктивность и мощность рудных интервалов отмечается на глубине 600... 300 м на участке между разрезами 55... 70. Далее к юго-востоку и с глубиной параметры оруденения постепенно снижаются. Между собой участки разделены разрывами северо-восточного и субширотного простираний.

Общая черта морфоструктуры рудной залежи — выполаживание ее с глубиной до субгоризонтального положения вдоль ограничивающей зоны дробления по контакту с глинистыми сланцами. По падению рудная залежь не оконтурена, уходя за пределы экономически целесообразной глубины (см. рис. 2, Б).

Месторождение сформировано в условиях растяжения, связанного с развитием левого сдвига-сброса. Разнообразие типов разрывных нарушений и их различных сочетаний создает предпосылки для размещения рудных прожилков в значительном объеме, формируя крупное по запасам месторождение золота.

Внутреннее строение рудной залежи на всем ее протяжении изменяется мало, несмотря на разнообразие рудных кварцевых, кварцево-сульфидных жил, кварц-карбонатных прожилков, обособлений метасоматитов. Густота жил и прожилков в залежи постепенно и плавно убывает от центра к флангам, что определяет отсутствие видимых геологических границ залежи при любых значениях бортового содержания.

Анализ распределения золота на основе блочного моделирования показал, что наибольшая концентрация металла связана с вулканогенно-осадочными пачками, содержащими до 40% псефит-псаммитовых включений. С этими литологическими разностями связано около 75% запасов золота.

Околорудные метасоматиты, по данным С.Ф.Стружкова и М.В.Наталенко, повсеместно распространены. В обобщенном виде от висячего к лежащему боку рудной залежи, намечается смена трех метасоматических зон: 1) слабой *серцитизации*; 2) более интенсивного развития *серцитолитов* и *альбит-карбонат-кварцевых метасоматитов*; 3) *альбит-карбонат-кварцевых метасоматитов*.

Распределение золота в пробах неравномерное и подчиняется логарифмически нормальному закону. Максимальные содержания в единичных пробах достигают 1800 г/т. В рудных интервалах, выделенных по предлагаемому критерию, изменчивость содержаний существенно снижается и характеризуется коэффициентом вариации 20—30%. Среднее содержание золота в рудах в зависимости от выбранного бортового составит 1,5—2,7 г/т.

Золото локализуется в микротрещинах и зальбандах кварцевых прожилков. В небольших количествах оно отмечается в измененных вмещающих породах в ассоциации с сульфидами. Золото в рудах самородное, более 80% его представлено мелкими и тонкими золотинами, крупностью более 0,07 мм. На содержание золота в пробах влияют преимущественно золотины размером более 0,15 мм. Тонковкрапленное золото в породообразующих минералах, неизвлекаемое цианированием и гравитационным обогащением, составляет 4—9,5% от его общего количества. Часть золота (8—10%) ассоциирует с углистым веществом, сульфидами, гидроксидами железа и карбонатами. Его извлечение при обогащении требует специальной обработки кислотами или обжига. Гравитационными мето-

дами достигается извлечение золота до 80%, гравитационно-флотационными — до 86%.

В рудах выделяется несколько разновидностей золота, различающихся пробностью от 700 до 895. Преобладают золотины с низкой пробностью (700—799). В составе самородного золота отмечается серебро, которое извлекается при аффинаже и рассматривается как попутный полезный компонент.

Минеральный состав месторождения включает более 70 жильных и рудных минералов, главным из которых является кварц (60—80%). Значительно менее развиты карбонаты и полевые шпаты. Среди рудных минералов максимально распространены арсенопирит и пирит. Подчиненное значение имеют пирротин, галенит, сфалерит, шеелит, халькопирит, ильменит, рутил. Общее количество рудных минералов составляет 0,2—3%.

Изучено пространственное соотношение кварцевых прожилков и руд. Установлена блоковая структура в распределении кварца, что может быть обусловлено контролирующим влиянием поперечных и диагональных разрывов. Отмечено сокращение числа кварцевых прожилков с глубиной и увеличение по направлению с северо-запада на юг и юго-запад. Статистически установлено, что основная масса руды, содержащая Au 45—49% запасов, размещена там, где кварцевые прожилки проявлены не интенсивно; около 8% запасов золота находятся в области, где видимые кварцевые образования практически отсутствуют. С окварцеванием средней интенсивности ассоциирует около 30% запасов золота и лишь около 15% запасов пространственно ассоциирует с интенсивным развитием кварцевых жил, прожилков и зонами массивного окварцевания. Как видно, кварц не имеет прямой генетической связи с золотом.

Последовательность рудообразования различными авторами трактуется по-разному, но все сходятся во мнении, что имеется ранняя минеральная ассоциация золота и мышьяка (продуктивная) и поздняя — мышьяка и полиметаллов с меньшим количеством золота.

Для уяснения пространственного размещения продуктов разных стадий и генераций по сети детальной разведки была построена объемная геохимическая модель месторождения. В изолиниях содержаний элементов химические элементы образуют две самостоятельные конструкции, векторы зональности которых имеют различные направления.

Ранний золотомышьяковый парагенезис отчетливо выражен почти полным совпадением ареалов обоих элементов. С ними отрицательно коррелируются ареалы бария, оксида калия и поля естественной радиоактивности по данным гамма-каротажа и ряда других элементов, образуя внешнее обрамление. Внешние границы ареалов максимумов одних элементов практически совпадают с внутренними границами ареалов максимумов других элементов, свидетельствуя о тесных зональных (генетических) взаимоотношениях (рисунки 3; 4, I). Вектор зональности ориентирован в плоскости разреза снизу вверх и с востока на запад.

В то же время вольфрам и цинк, с одной стороны, и свинец и медь, с другой, образуют пары, связанные положительной корреляцией друг с другом и отрицательной между парами. Они образуют ритмично-волновые поля с центром, расположенным в средней части разреза. Вектор зональности ориентирован в плоскости разреза снизу вверх и с запада на восток, почти в перпендикулярном направлении к вектору зональности продуктов ранней стадии (см. рис. 4, I). На этом этапе формирования месторожде-

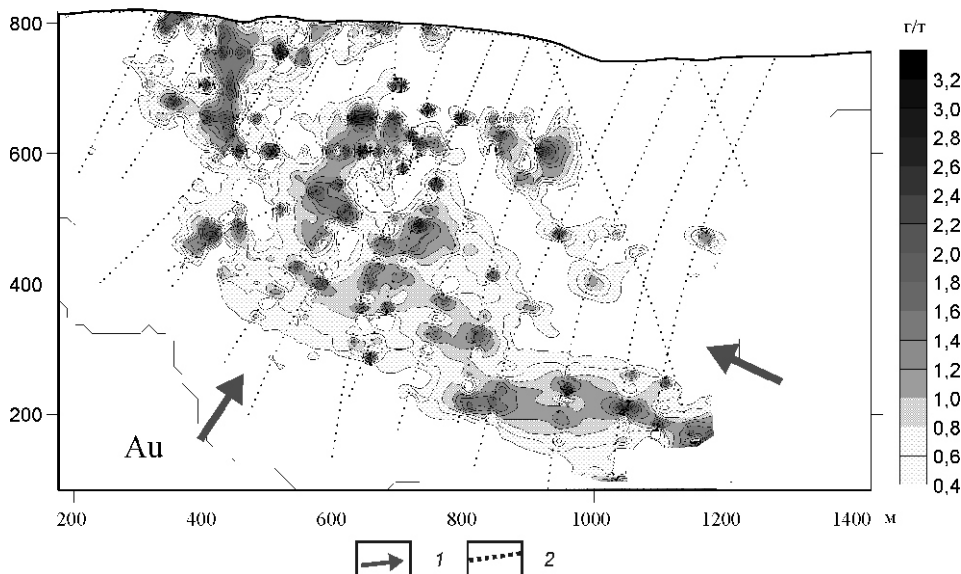


Рис. 3. Строение рудной залежи по данным пробирного анализа рудных проб:

1 — вектор геохимической зональности; 2 — точки опробования по скважинам

ния акцент в части руководящей роли тектонических структур северо-западной ориентировки смещается в пользу субмеридиональных и северо-восточных. Только на профиле 80, в области выклинивания Рудной залежи, векторы зональности всех групп элементов совпадают, свидетельствуя о приоритете контролирующих тектонических структур северо-западного направления.

В структуре геохимических полей мышьяка и золота локальными изменениями ориентировки изоконцентрат отражен характер и незначительный масштаб воздействия позднего этапа минералообразования на распределение золота и мышьяка.

Отсюда следует, что в процессе рудообразования локально происходила смена плана тектонических деформаций, а завершающая (полиметаллическая) фаза поздней стадии рудообразования прошла без заметного привноса золота, хотя привела к его перераспределению. Максимумы концентраций элементов более ранней ассоциации (вольфрам и цинк) совпадают с пониженными концентрациями золота. Максимумы концентраций элементов, присущие завершающей фазе (свинец и медь), пространственно совпадают с локальными максимумами золота. Таким образом, геохимическое поле стало обладать волновой структурой распределения золота в плоскости, поперечной к рудной залежи. В этой структуре относительные максимумы концентраций кремнезема тяготеют к внешнему обрамлению рудной залежи и отрицательно коррелируются с золотом и мышьяком.

По сути, в структуре геохимического поля на уровне рудной залежи отражено строение рудообразующей системы. Ее размеры и пространственное положение позволяют оценивать полноту разведанности рудного объекта и ориентировать поиски и оценку слепого оруденения, которое прогнозируется по падению рудной залежи на более глубоких горизонтах.

Представление о характере пространственного распределения и зональных взаимоотношениях между рудными и породообразующими химическими элементами в объеме *рудного поля* в целом дает схема распределения первичных ореолов на поверхности (см. рис. 4, II).

Установлено, что структура геохимического поля имеет концентрическое зонально-волновое строение, в центре которой расположено Наталкинское месторождение. Поле отражает результат последовательной концентрации эле-

ментов в процессе конвективного массоэнергопереноса в замкнутой рудообразующей системе. При анализе структур геохимических полей рудного поля обнаруживаются структурные элементы, ранее отмеченные для рудной залежи в разрезе. Так, в распределении бария хорошо видна контролирующая роль структур северо-западного направления (при заметном влиянии субмеридионального), а в распределении вольфрама — комплексное влияние структур северо-западной, субмеридиональной и северо-восточной ориентировки. Это соответствует ранней и поздней стадиям формирования рудообразующей системы.

В распределении кремнезема обнаруживается парадоксальная ситуация, когда максимумы содержаний SiO_2 совпадают не с рудной залежью (кварцево-сульфидным меташтокверком!), а с фронтальной зоной концентрирования. Это указывает на роль и место кварца в формировании крупнообъемных (очевидно и многих других) месторождений. Следует отметить, что аномальные содержания кремнезема пространственно совпадают с характерными чертами современного рельефа — водоразделами и вершинами (как и значительная часть контрастного ареала золота). Вместе с тем, рудная залежь расположена в депрессии и на склонах. С этим, возможно, связан ряд поисковых неудач.

Продукты последовательных импульсов (фаз) рудообразования, накладываясь на ранее сформированные минеральные комплексы (в т.ч. метаморфические, метасоматические) привели к перераспределению химических элементов в объеме рудообразующей системы и концентрации минерального вещества в виде месторождения в ее ядре. Таким образом, главнейшим отличительным признаком крупнообъемных месторождений, который можно установить на ранних стадиях поисков, от месторождений других классов крупности является масштабность проявления всех отмеченных процессов в замкнутых системах. Признаки направленного перераспределения минерального вещества наиболее эффективно могут быть обнаружены при исследовании структур геохимических полей, в которых неизбежно отражены все таксоны рудно-металлогенического ряда, путем моделирования аномальной структуры геохимического поля соответствующего уровня.

Площадь Наталкинского рудного узла около 600 км^2 ; площадь рудного поля около 20 км^2 ; площадь месторожде-

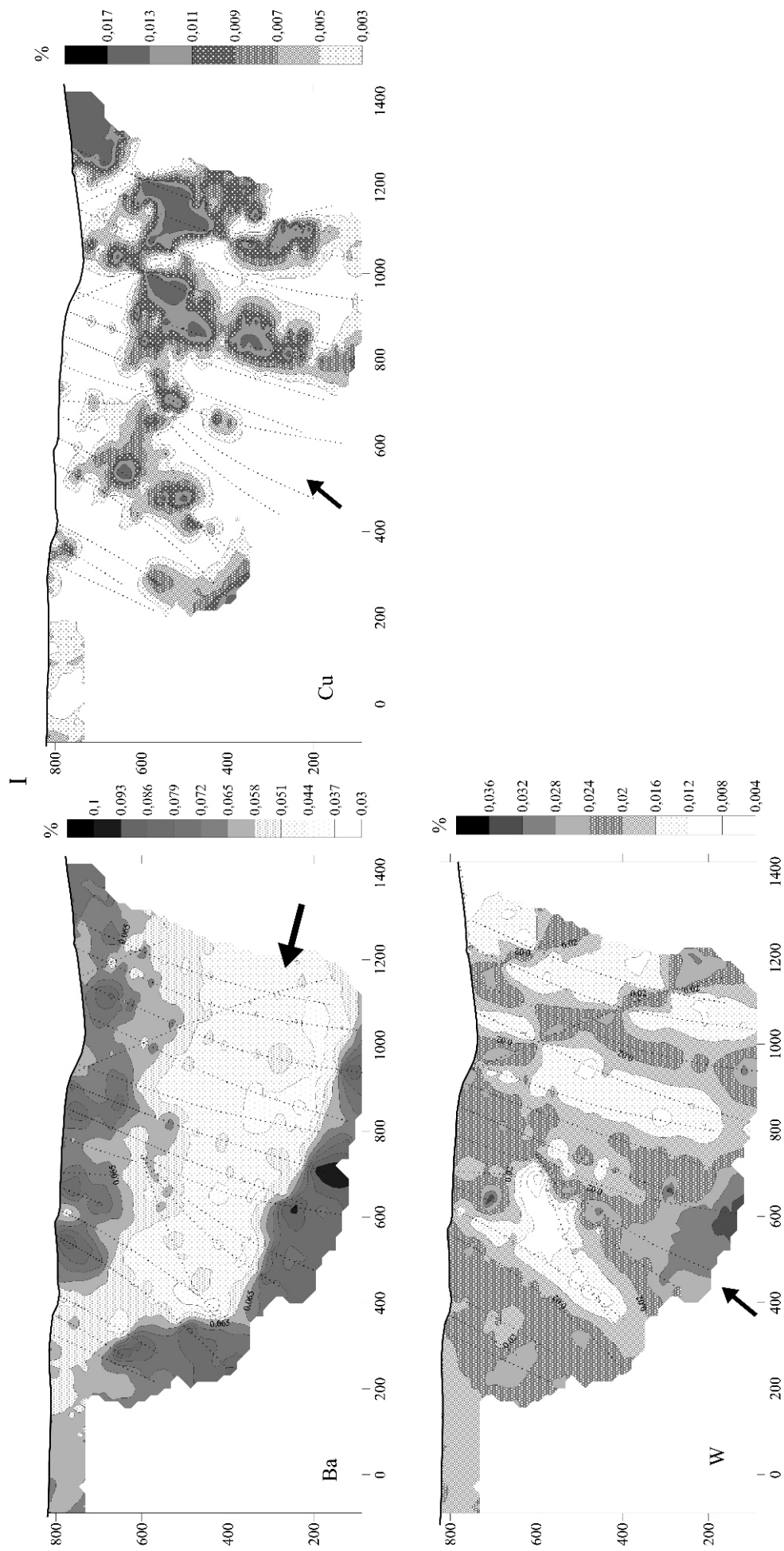
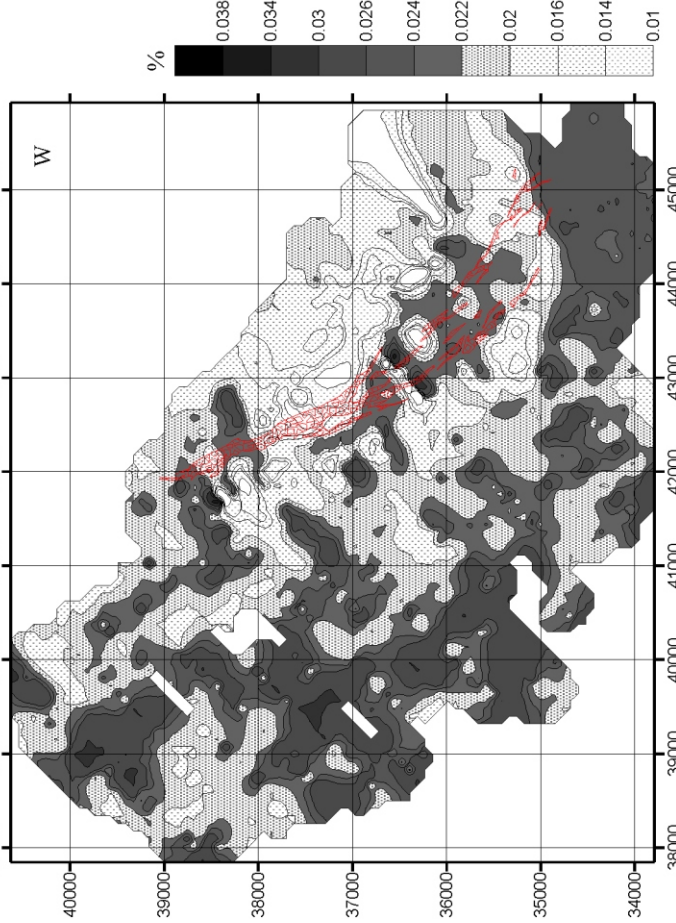
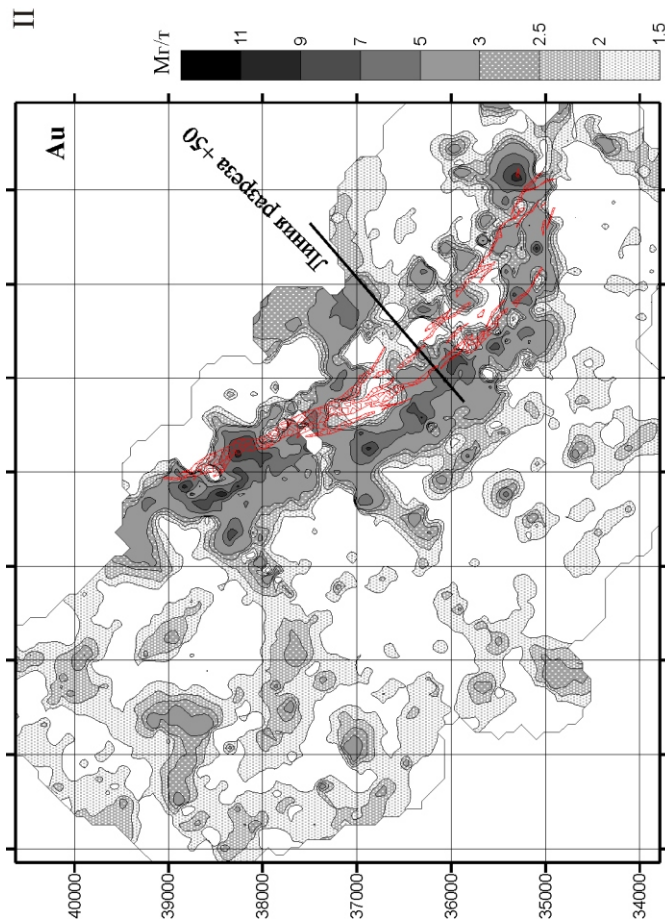
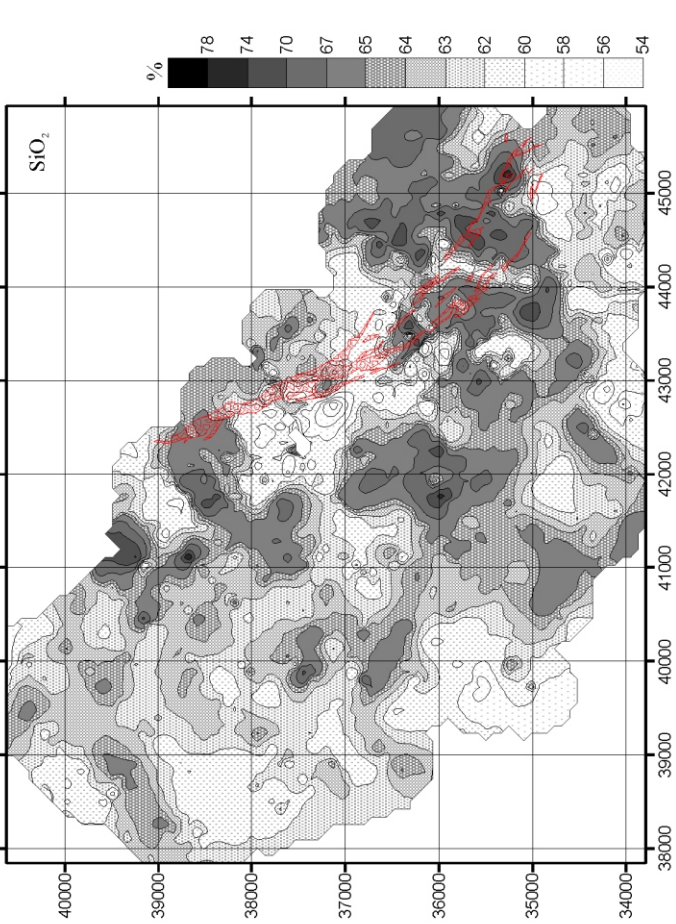
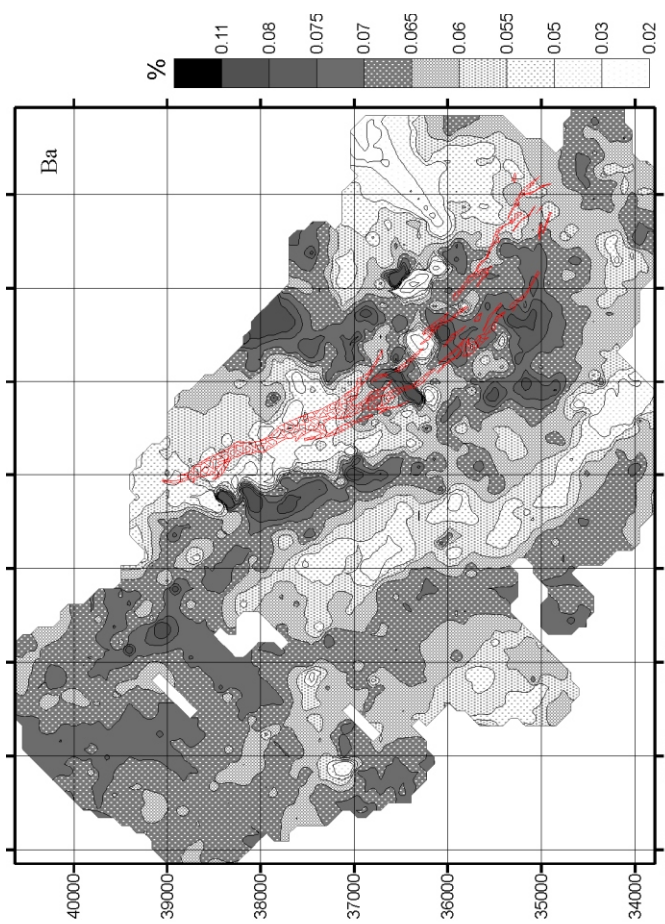


Рис. 4. Структуры геохимических полей Нагалкинского месторождения:

I — Ba, Cu, W; II — Au, Ba, W, SiO₂ (показан контур рудной залежи на поверхности по борту 0,4 г/т)



II

ния — около 3 км² при распространении на глубину не менее 2 км [3]. В результате доразведки и переоценки Наталкинского золоторудного месторождения при принятом бортовом содержании 0,4 г/т запасы категорий В С₁ С₂ составили более 1800 т золота, включая запасы в контуре проектного карьера в количестве около 1500 т золота при содержании 1,7 г/т. Это выдвигает Наталкинское месторождение в разряд крупнейших в России и мире.

Прогнозные ресурсы золота кат. Р₁, в количестве 500 т размещены в висячем боку рудной залежи (150 т) и на южном фланге в обрамлении рудной залежи (250 т, включая Омчакское месторождение) вдоль ограничивающего разлома северо-восточного простирания. Прогнозные ресурсы кат. Р₂, на Наталкинском месторождении связаны с его глубокими горизонтами по падению не оконтуренной части рудной залежи и составляют 200 т. Прогнозные ресурсы кат. Р₂ висячего бока Омчакского разлома, кулисно прилегают с юга к южному ограничителю Наталкинского месторождения и составляют 500 т.

Из представленных материалов можно сделать следующие выводы:

1. Месторождение представляет собой линейный мегаштокверк северо-западной ориентировки, образовавшийся в условиях сдвигово-сбросовых деформаций. Существенную роль в размещении золотого оруденения и особенно рудных столбов играют структуры субмеридионального, субширотного и северо-восточного простираний.

2. Благоприятными для формирования зон трещиноватости и метасоматоза являются породы, обогащенные вулканогенным материалом, в т.ч. флюидизиты, занимающие центральную часть месторождения.

3. Основные черты строения и формирования месторождения отражаются в геохимических полях, имеющих зонально-волновую структуру.

4. Основным поисковым признаком крупнообъемных месторождений, подобных Наталкинскому, является аномальная структура геохимического поля и ее ядерная часть, отраженная в пространственном размещении всех рудообразующих элементов; размеры структуры определяют масштаб оруденения.

5. Анализ геологических, геофизических и геохимических данных позволяет говорить о значительном потенциале Наталкинского месторождения и рудного поля, про-

гнозные ресурсы которых по категориям Р₁ и Р₂ оцениваются в 1000 т золота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А. Наталкинское золоторудное месторождение. —Магадан, 2002.
2. Григоров С.А. Генезис и динамика формирования Наталкинского золоторудного месторождения по данным системного анализа геохимического поля // Руды и металлы. 2006. № 3.
3. Григоров С.А. Наталкинское золоторудное месторождение. Атлас месторождений золота и серебра Магаданской области. —Магадан, 2006.
4. Василенко В.П. Флюидизиты Яно-Колымской складчатой области. Материалы конференции к 100-летию Б.Л.Флерова. —Якутск, 2006. С. 22—25.
5. Жирнов А.М. Локализация золотого оруденения в кольцевой структуре // Изв. АН СССР. Сер. Геология. 1984. № 3. С. 98—111.
6. Калинин А.И., Каницев В.К., Орлов А.Г., Гаитольд В.В. Структура Наталкинского рудного поля // Колыма. 1992. № 10—11. С. 10—14.
7. Калинин А.И. Месторождение Наталка. Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России / Под ред. М.М.Константинова, И.С.Розенблюма, М.З.Зиннатуллина. —М., 1992. С. 5—11.
8. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. —М.: Научный мир, 2000.
9. Михайлов Б.К., Прусс Ю.В., Волков С.В., Стружков С.Ф. Крупнообъемные золоторудные месторождения Центральной Колымы — объекты XXI века. Золотодобывающая промышленность России. Проблемы и перспективы. —М., 2001. С. 23—28.
10. Межов С.В. Геологическое строение Наталкинского золоторудного месторождения // Колымские вести. № 9. 2000. С. 8—17.
11. Рудаков В.В., Казимиров М.П., Григоров С.А. О новом экономическом классе коренных месторождений золота в России // Драгоценные металлы. 2004. С. 49—51.
12. Стружков С.Ф., Константинов М.М. Металлогения золота и серебра Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. —М.: Научный мир, 2005.
13. Сурчилов В.А. О пермском магматизме и тектонической природе Аян-Юряхского антиклинория. Материалы Всероссийской научной конференции. —Магадан, 2005. С. 127—132.

Принята редколлегией 12 октября 2006 г.