

## НЕТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД ТИПИЗАЦИИ РУД ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МНОГОВЕРШИННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, НИЖНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)

*Работа выполнена при содействии фонда РФФИ (грант № 06-05-96013 р\_восток\_а),  
Интеграционного научного проекта № 06-И-СО-08-029 ДВО РАН – СО РАН*

Новый нетрадиционный подход к решению одной из трудоемких задач рудной геологии – типизации руд на золотосеребряных месторождениях – основан на интегральном анализе научных (минералогических) и разведочных (геохимических) данных. Его применение на Многовершинном месторождении позволило установить, что нижние уровни промышленного оруденения сложены золотосульфосолюно-сульфидными рудами (Au:Ag – 1:0,5 – 1:13,6), по восстановлению они сменяются золотосульфидными (Au:Ag не менее 1:0,5), те, в свою очередь, – золототеллуридно-сульфидными (Au:Ag – 1:0,5 – 1:3) и, наконец, последние переходят в теллуридно-сульфидные (Au:Ag – 1:3 – 1:10). В жильно-метасоматической зоне Главной 78% разведанных к началу эксплуатации месторождения запасов Au и 65% Ag было связано с золотосульфидными рудами, в менее эродированной зоне Промежуточной основным типом руд являлся золототеллуридно-сульфидный (59,5% запасов Au и 49,2% Ag).

Минералого-геохимическая типизация руд на золотых и золотосеребряных объектах относится к числу сложных и трудоемких задач, без решения которых невозможна оптимизация поисково-разведочных работ и производственной деятельности. Разделение руд на типы важно также и для выбора технологии полного извлечения металлов. Выделение типов руд на месторождениях традиционно связано с детальным минералогическим картированием рудоносных тел. Однако на убого- и малосульфидных объектах, какими являются большинство золотосеребряных месторождений, такое картирование неэффективно из-за низкого содержания рудных минералов. Типизация руд одного из крупнейших золотосеребряных объектов Дальнего Востока России – Многовершинного месторождения – выполнена с применением нетрадиционного подхода к решению этой сложной задачи, основанного на интегральном анализе результатов детального минералогического изучения руд и данных разведочного опробования.

Месторождение, согласно одной из схем геотектонического районирования юга Дальнего Востока [1], приурочено к зоне сопряжения Амуро-Охотской горст-аккреционной системы и Амурского рифто-грабена. Оно расположено у северного окончания окраинно-материкового Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогенного пояса. Золотосеребряное оруденение сконцентрировано в Улской вулcano-тектонической депрессии (рис. 1), являющейся составной частью позднемелового-палеогенового Бекчиулского вулcano-плутонического сооружения (ВПС). Геологическое строение рудного поля достаточно полно охарактеризовано в публикациях и отчетах сотрудников ряда геологических организаций [2–4 и др.] и в статье не рассматривается.

### Минералогическая характеристика руд Многовершинного месторождения

Промышленное золотосеребряное оруденение сосредоточено в пределах трех основных жильно-метасоматических зон – Главной, Промежуточной и Медвежьей (рис. 1), причем в первых двух разведанные запасы благородных металлов переданы в эксплуатацию. Зоны имеют сложное многочленное строение [5, 6]. Их основу составляют жиллоподобные плитообразные крутопадающие тела гидротермально-метасоматического происхождения, трассирующие тектони-

ческие нарушения северо-восточного простирания. Жильно-метасоматические зоны прослежены на 7–12 км, их мощность достигает многих десятков метров, иногда – 100 м. Поперечными разломами зоны фрагментированы на отрезки разной длины, получившие статус рудных тел (см. рис. 1).

Золотосеребряная минерализация сосредоточена в ядрах жильно-метасоматических зон, имеющих кварцевый, участками адуляр-кварцевый состав с примесью серицита, хлорита, карбонатов. Из рудных минералов преобладают сульфиды, содержание которых колеблется в пределах 0,5–3% объема жильной массы. Среди сульфидов преобладает пирит, обычны халькопирит, галенит, сфалерит, спорадически встречаются пирротин и арсенопирит. В целом руды месторождения оцениваются как низкосульфидные с вариациями от убогодо малосульфидных. В подчиненных по отношению к сульфидам количествах присутствуют сульфосоли (блеклая руда, пирсеит-полибазит), теллуриды (гессит, петцит), самородное золото, наблюдающиеся в виде тонкой и мелкой рассеянной вкрапленности, иногда образующие прожилковидные выделения или гнездообразные скопления. Весьма редки теллуровисмутит, алтаит, шеелит, а также селениды – науманнит, теллуроселениды серебра, галенит-клаусталит [7, 8]. В наложенных на руды скарноподобных метасоматитах присутствует магнетит, иногда отмечается гематит.

Обратим особое внимание на минералы золота и серебра, определяющие геохимическую специфику и экономическую значимость оруденения. Золото в рудах находится в самородном виде и в составе теллуридов, главным образом в петците. Серебро содержится в самородном золоте (его пробность 650 – 935‰), присутствует в блеклых рудах (Ag – 1,5–15%), пирсеит-полибазите (Ag – 64–72%) и теллуридах, в основном в гессите (Ag<sub>2</sub>Te) и в петците (AuAg<sub>3</sub>Te<sub>2</sub>). Серебро также содержат сульфиды, иногда до нескольких сотен г/т, но чаще в значительно меньших количествах.

### Типизация руд месторождения на основе интегрального анализа минералогической информации и данных разведочного опробования

Структурными исследованиями показано, что рудное поле имеет ступенчато-блоковое строение с погружением

блоков относительно Бекчи-Улского гранитоидного плутона в северо-западном направлении [4]. Зона Главная приближена к плутону и подверглась значительной эро-

зии, зона Промежуточная более удалена и эродирована слабее. Фланги зон относительно их центральных звеньев также приподняты и эродированы в большей степени.

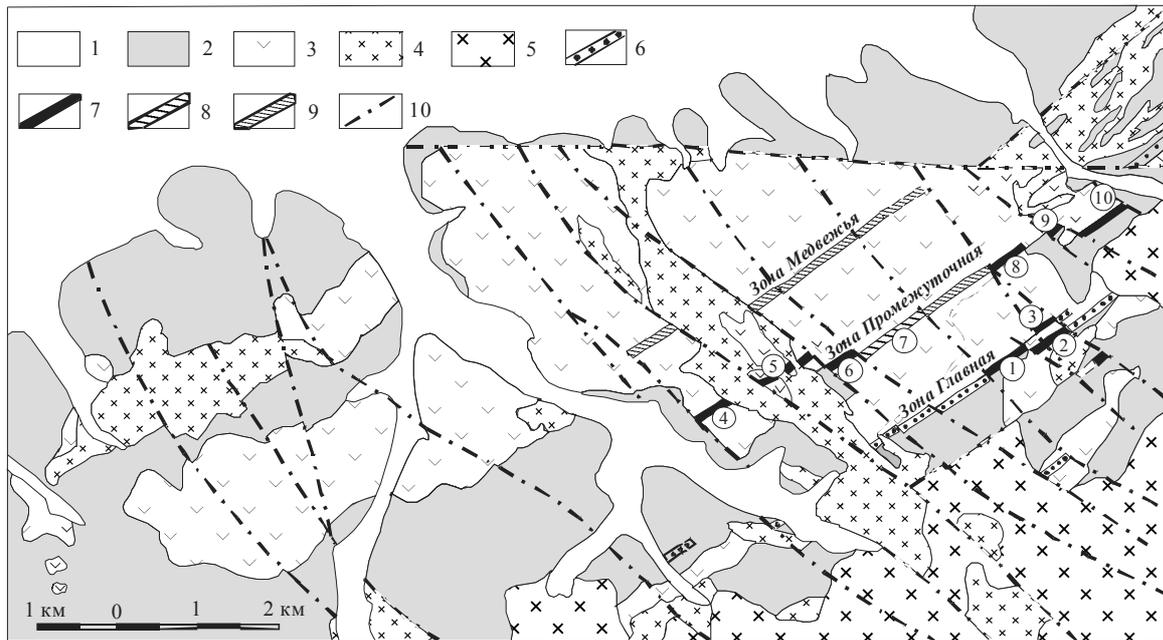


Рис. 1. Геолого-структурная карта Многовершинного рудного поля (составлена по материалам геолого-разведочных работ): 1 – современные осадки; 2 – юрско-меловые терригенные песчаниково-алевролитовые отложения; 3–5 – дат-палеоценовый вулканоплутонический комплекс: 3 – покровные, прижерловые, жерловые и субвулканические фации Улской андезитоидной постройки, 4 – субинтрузивные (преимущественно гранодиорит-порфиры), 5 – интрузивные (преимущественно гранодиориты и граниты) фации Бекчиулского вулканоплутона; 6–9 – звенья оруденелых жильно-метасоматических зон, эродированные в разной степени: 6 – сильно, 7 – умеренно, 8 – слабо, 9 – не вскрытые эрозией (ореолы надрудных изменений); 10 – тектонические нарушения. Цифрами в кружках обозначены рудные тела: 1 – Центральное, 2 – Верхнее, 3 – Оленье, 4 – Промежуточное, 5 – Южное, 6 – Фланговое, 7 – Северное, 8 – Глубокое, 9 – Тихое, 10 – Валунистое

Прежде чем перейти к типизации руд месторождения, обратим внимание на такую важную их геохимическую характеристику, как золотосеребряное отношение. В целом для месторождения ее величина, рассчитанная по учтенным запасам металлов, составляет 1:1,7. Средние отношения по зонам заметно отклоняются от этого значения: для Главной Au : Ag равно 1:1, для Промежуточной – 1:2 [9]. По рудным телам это отношение меняется в еще более широком диапазоне: от 1:0,2 (тело Оленье) до 1:13,6 (тело Глубокое). Из этого следует, что вариации величин золотосеребряного отношения по зонам и рудным телам обусловлены изменчивостью состава благороднометалльной минерализации, как по простиранию, так и по восстанию.

Заметная контрастность средних значений золотосеребряного отношения по зонам и отдельным рудным телам, проявляющаяся на фоне их различного положения в структуре рудного поля, привела авторов к выводу о возможности проведения интегрального анализа геохимических данных разведочного опробования и результатов минералогических исследований для расшифровки состава рудной нагрузки жильно-метасоматических зон. Все разведочные блоки зон Главной и Промежуточной по показателям средних содержаний Au и Ag были вынесены на соответствующие геохимические диаграммы (рис. 2). Положение блоков на диаграммах определяется составом профилирующей рудогенной ассоциации, развитой в каждом из них. Анализ

геохимических диаграмм с расшифровкой рудной нагрузки блоков приведен ниже.

**Зона Главная.** Зона приближена к контакту гранитоидного плутона, ограничивает один из наиболее приподнятых блоков рудного поля и потому подверглась значительной денудации. Особенно эродированы фланги зоны, в связи с чем там не сохранилось промышленно значимого оруденения. Центральное звено зоны, менее эродированное, состоит из трех рудных тел: Центрального, Верхнего и Оленьего. Золото в рудных телах присутствует в самородном виде, основными же серебросодержащими минералами в зоне являются блеклые руды, сульфиды (отчасти) и золото. В соответствии со структурным положением рассматриваемых тел друг относительно друга их можно выстроить в условную вертикальную колонну протяженностью примерно 650–700 м. В этой колонне интегральная (средняя по рудному телу) величина золотосеребряного отношения увеличивается в сторону палеоповерхности: 1:1,3 – тело Центральное, 1:0,8 – тело Верхнее, 1:0,2 – тело Оленье.

На диаграмме среднеблочных содержаний Au и Ag зоны Главной проведена линия, отвечающая соотношению этих металлов в пропорции 2 : 1, что соответствует пробе самородного золота 665‰ (см. рис. 2, А). Этот показатель близок к наиболее низкопробному золоту, встреченному на месторождении (653‰). Упомянутая линия делит ареал распространения блоков зоны

на два поля. Левее и выше разделительной линии находятся блоки с заведомо золотым профилем руд, «серебристость» которых будет определяться пробностью золота и возможным влиянием сереброносности сульфидов на этот показатель. Сюда, как видим, попали блоки тела Оленьего, протоочки руд которого характеризуются золотосульфидным составом шлиха. Таким

образом, «серебристость» руд тела Оленьего определяется количественным соотношением самородного золота и сульфидов. На этом основании мы отнесли их к золотосульфидному типу. Заметим при этом, что вклад сульфидов в «серебристость» руд тела Оленьего не может быть существенным, поскольку его руды низкосульфидны.

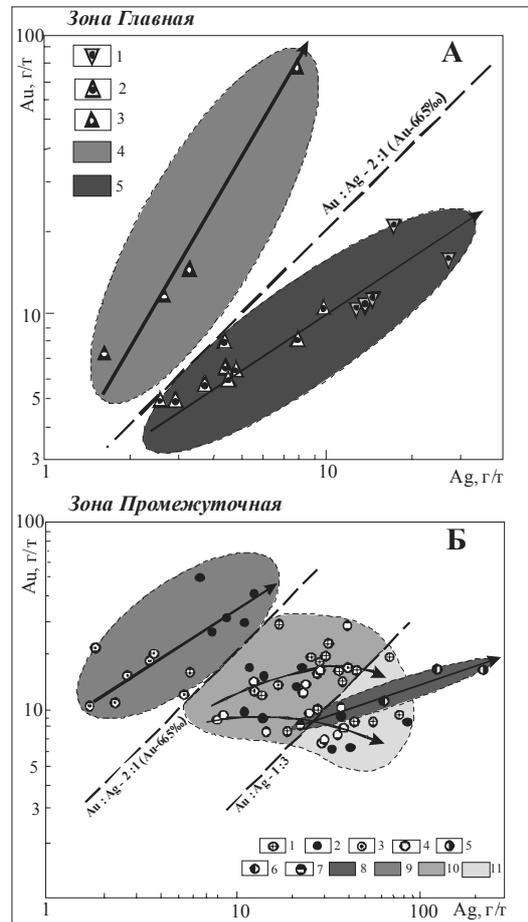


Рис. 2. Геохимические диаграммы среднеблочных содержаний Au и Ag по жильно-метасоматическим зонам месторождения. Стрелками обозначены тренды роста «серебристости» руд.  
 А – зона Главная: 1–3 – разведочные блоки рудных тел: 1 – Центрального, 2 – Верхнего, 3 – Оленьего; 4–5 – типы руд: 4 – золотосульфидный (Au:Ag – 1:0,5 и выше), 5 – золотосульфосолю-сульфидный (Au:Ag – 1:0,5–1:2,2).  
 Б – зона Промежуточная: 1–7 – разведочные блоки рудных тел: 1 – Промежуточного, 2 – Южного, 3 – Флангового, 4 – Северного, 5 – Глубокого, 6 – Тихого, 7 – Валунистого; 8–11 – типы руд: 8 – золото-сульфосолю-сульфидный (Au:Ag – 1:2,2–1:13,6), 9 – золотосульфидный (Au:Ag – 1:0,5 и выше), 10 – золототеллуридно-сульфидный (Au:Ag – 1:0,5–1:3), 11 – теллуридно-сульфидный (Au:Ag – 1:3–1:10)

Правое нижнее поле диаграммы включает блоки рудных тел Центрального и Верхнего. Руды этих тел характеризуются более широким спектром серебросодержащих минеральных фаз. Здесь, помимо сульфидов, отмечаются блеклые руды (Ag – 1,5–15,0%), причем количество сульфосолей убывает по восстанию рудной зоны от тела Центрального к Верхнему. Другие минералы серебра, такие как науманнит и теллуроселениды серебра, встречаются эпизодически и не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на интегральную величину золотосеребряного отношения. В этой связи руды тел Центрального и Верхнего отнесены нами к золотосульфосолю-сульфидному типу.

Из диаграммы видно, что в зоне Главной с ростом среднеблочных содержаний Au пропорционально уве-

личивается и содержание Ag. Эта линейная зависимость обнаруживает две хорошо различимые тенденции их взаимосвязи (см. рис. 2, А). В рудном теле Оленьем, где содержание Ag практически целиком зависит от количества самородного золота и его пробности (изменяющейся в интервале 820–930%), тренд «серебристости» руд имеет склонение в сторону координаты Au, что может свидетельствовать о тенденции увеличения пробности золота во все более обогащенных этим металлом рудах. В телах Центральном и Верхнем на содержание Ag оказывает влияние еще и количество широко распространенных здесь блеклых руд, и зависимость между концентрациями металлов здесь выражается более пологим, чем в теле Оленьем, трендом.

*Зона Промежуточная.* Параллельна зоне Главной и принадлежит соседнему, более погруженному и менее эродированному блоку, в связи с чем на всем протяжении зоны прослеживается промышленно значимое оруденение. Ее центральное звено слабо вскрыто эрозией, а фланги, как и в зоне Главной, эродированы сильнее. Разброс интегральных величин золотосеребряного отношения по рудным телам здесь значительнее, чем в зоне Главной: тело Промежуточное – 1:2,4, Южное – 1:1,1, Фланговое – 1:0,5, Северное – 1:2,0, Глубокое – 1:13,6, Тихое – 1:6,2, Валунистое – 1:2,7. Такая вариативность золотосеребряного отношения в зоне обусловлена расширением спектра серебросодержащих фаз в рудах по сравнению с зоной Главной. Здесь зафиксированы теллуриды золота и серебра – петцит ( $\text{AuAg}_3\text{Te}_2$ ) и гессит ( $\text{Ag}_2\text{Te}$ ), а на северо-восточном фланге зоны, где теллуриды неизвестны, выявлены пирсеит-полибазит ( $\text{Ag} - 64-72\%$ ) и блеклые руды ( $\text{Ag} - 8-13\%$ ). Сульфидность зоны несколько выше, чем Главной, тем не менее руды здесь также в основном убогосульфидны и лишь на локальных участках могут быть причислены к малосульфидным. Таким образом, величина  $\text{Au}:\text{Ag}$  в зоне определяется количественными соотношениями самородного золота и перечисленных золото- и серебросодержащих минеральных фаз.

На диаграмме среднеблочных содержаний  $\text{Au}$  и  $\text{Ag}$  зоны Промежуточной (см. рис. 2, Б) также проведена линия, отвечающая отношению  $\text{Au}:\text{Ag}$  как 2 : 1. В рудах блоков, расположенных левее и выше этой разграничительной линии, превалирует самородное золото, ассоциирующее с сульфидами. Примесь других серебросодержащих фаз, если и имеет здесь место, то в количествах, не оказывающих существенного влияния на «серебристость» руд. В этой связи руды рассматриваемых блоков отнесены к золотосульфидному типу. Они развиты на нижних горизонтах юго-западного фланга зоны Промежуточной.

Разведочные блоки, размещающиеся на диаграмме правее и ниже разграничительной линии, образуют сложное поле, в котором отчетливо независимое положение занимают тела северо-восточного фланга зоны (Глубокое, Тихое, Валунистое). Рудные блоки этих тел сгруппированы в узкую лентовидную полосу с линейным трендом «серебристости» (см. рис. 2 Б), подчеркивающим пропорциональную зависимость количеств  $\text{Au}$  и  $\text{Ag}$  в рудах, такую же, как и для золотосульфосольно-сульфидного типа руд зоны Главной (см. рис. 2, А). Присутствие в рудах северо-восточного фланга зоны высокосеребристых блеклых руд и пирсеита-полибазита служит основанием к отнесению их также к золотосульфосольно-сульфидному типу.

Большая же часть разведочных блоков, находящихся на диаграмме правее и ниже разграничительной линии, характеризует центральное звено зоны (тело Северное) и верхние горизонты ее юго-западного фланга (тела Фланговое, Южное, Промежуточное). Из серебросодержащих фаз здесь чаще всего фиксируются теллуриды золота и серебра – петцит и гессит. Находки же блеклых руд единичны. Сульфиды присутствуют в небольших переменных количествах, обычно «удерживая» руды в диапазоне убого- и малосульфидных. В этой связи изменение величины золотосеребряного

отношения в блоках, приуроченных к этой части геохимического поля, связано с влиянием на рудную минерализацию, прежде всего, теллуридной составляющей. Типизация таких руд представляет непростую задачу и может быть выполнена достаточно условно. Линия с отношением  $\text{Au} : \text{Ag} - 1:3$  (по соотношению формульных единиц этих металлов в петците) с достаточно высокой долей вероятности позволяет выделить блоки с золототеллуридно-сульфидными (расположены между линиями с отношением  $\text{Au} : \text{Ag} 2:1$  и  $1:3$ ) и теллуридно-сульфидными рудами (расположены ниже и правее линии  $\text{Au} : \text{Ag} - 1:3$ ).

Тенденции, определяющие взаимосвязи  $\text{Au}$  и  $\text{Ag}$  в зоне Промежуточной, достаточно хорошо отражают тренды «серебристости» руд (см. рис. 2, Б). В золотосульфидных и золотосульфосольно-сульфидных рудах между концентрациями металлов, как и в зоне Главной, отмечается линейная зависимость. В рудах с теллуридами соотношение концентраций металлов выражается уже более сложной зависимостью, отражающей параболическое изменение этого показателя по мере нарастания доли теллуридов в рудогенной ассоциации. При появлении в золотосульфидной ассоциации некоторых количеств петцита и увеличении при этом концентрации  $\text{Au}$  в рудах их «серебристость» будет расти быстрее, что отражает полого восходящая (левая) ветвь параболического тренда. С увеличением доли теллуридов в рудогенной ассоциации до такого предела, когда содержание  $\text{Au}$  в рудах в значительной мере станет определяться уже количеством петцита, а  $\text{Ag}$  – еще и гессита, наблюдается рост концентраций  $\text{Ag}$  и при стабилизации содержаний  $\text{Au}$  (верхняя часть параболического тренда «серебристости»). При «опережающем» увеличении в рудах количеств гессита продолжится рост концентраций  $\text{Ag}$  при снижении концентраций  $\text{Au}$  (нисходящая правая ветвь тренда).

Подведем итоги выполненной типизации руд на Многовершинном месторождении. В рудоносных жильно-метасоматических зонах этого объекта распространены следующие типы руд: золотосульфидный ( $\text{Au}:\text{Ag}$  не менее 1:0,5); золототеллуридно-сульфидный (1:0,5 – 1:3); теллуридно-сульфидный (1:3 – 1:10); золотосульфосольно-сульфидный (1:0,5 – 1:13,6). В значительно эродированной зоне Главной проявлены руды только первого и последнего типов, в менее эродированной Промежуточной – все типы руд.

#### **Размещение минералого-геохимических типов руд в жильно-метасоматических телах. Зональность оруденения**

Проведенная типизация руд месторождения позволила перейти к изучению особенностей пространственного распределения продуктивной минерализации в жильно-метасоматических зонах. Рудная нагрузка разведочных блоков, считанная с геохимических диаграмм, вынесена на вертикальные проекции зон. Анализ проекций, наполненных таким образом минералого-геохимической информацией, показывает, что типы руд в вертикальной плоскости зон и по простиранию распределены не беспорядочно, их положение определенным образом структурировано.

На нижних горизонтах значительно эродированной зоны Главной (тело Центральное и низы Верхнего) развиты золотосульфосольно-сульфидные руды (рис. 3). По восстанию зоны количество сульфосолей постепенно уменьшается и на верхнем горизонте тела Верхнего они уже практически отсутствуют, что отчетливо фиксируется уменьше-

нием доли серебра в золотосеребряном отношении с 2,2 до 0,5. Самая же верхняя часть зоны Главной, представленная телом Оленьим, уже целиком сложена золотосульфидными рудами. Таким образом, в вертикальной плоскости зоны отчетливо фиксируется упорядоченное размещение благороднометалльной минерализации.

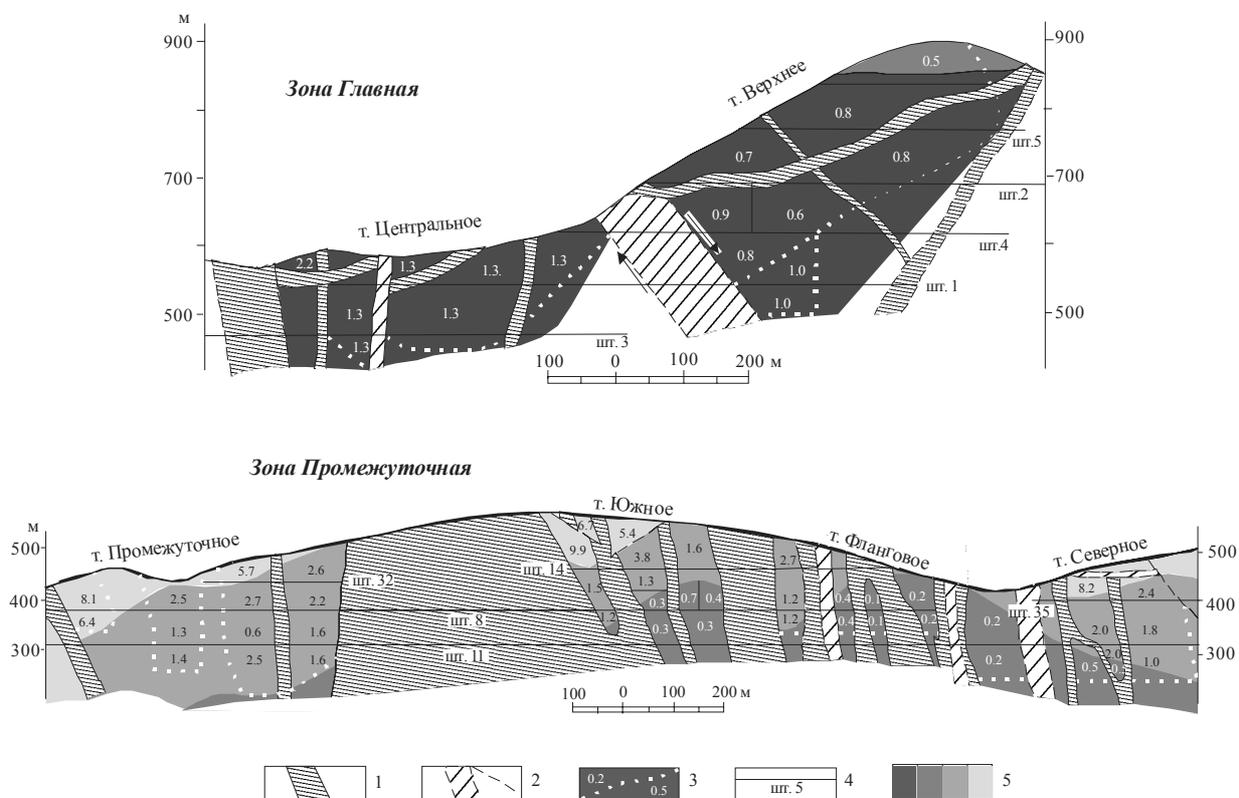


Рис. 3. Зональное размещение типов руд в пределах жильно-метасоматических зон: 1 – дайки и субинтрузивные тела пестрого состава; 2 – разломы и плоскости разрывов; 3 – контуры разведочных блоков с промышленным содержанием золота (цифрами показана доля серебра в золотосеребряном отношении); 4 – штольневые горизонты; 5 – типы руд. Условные обозначения типов руд см. на рис. 2

На вертикальной проекции зоны Промежуточной, эродированной значительно слабее Главной, можно наблюдать более полную картину зональности в размещении оруденения. Промышленное оруденение на северо-восточном фланге зоны, примыкающем к гранитоидному массиву (наиболее приподнятом и значительно эродированном), представлено золотосульфосольно-сульфидным типом руд. Юго-западный фланг зоны, изображенный на рис. 3, эродирован умеренно. Здесь распределение минеральных типов руд выглядит следующим образом: золотосульфидные руды, развитые на нижних горизонтах (тела Промежуточное, Южное, Фланговое), вверх по восстанию постепенно сменяются золототеллуридно-сульфидными и, наконец, теллуридно-сульфидными, слагающими верхи промышленного оруденения. Центральное звено зоны эродировано слабо (тело Северное) и в этой связи сложено золототеллуридно-сульфидными рудами, вверх по восстанию переходящими в теллуридно-сульфидные.

Как видим, золотосеребряное оруденение месторождения характеризуется зональным распределением благороднометалльной минерализации. Наиболее глубокие уровни промышленного оруденения представлены золотосульфосольно-сульфидными рудами, вверх по восстанию зон они сменяются золотосульфидными,

те, в свою очередь, – золототеллуридно-сульфидными и, наконец, последние – теллуридно-сульфидными (рис. 4). Такое распределение рудной минерализации, фиксирующееся и в вертикальной плоскости зон, и по их простиранию (вследствие разной степени эродированности), отвечает фациальной зональности отложения. Формирование подобной зональности могло произойти только в условиях стабильно действующей (достаточно длительный промежуток времени) гидротермальной системы.

Выявленная структура минерально-геохимической зональности в размещении благороднометалльной минерализации на месторождении может быть использована в практических целях, например при оценке перспективности вновь открываемых рудных тел.

#### Дифференциация разведанных к началу эксплуатации месторождения запасов Au и Ag по типам руд

Геохимические диаграммы, использованные для типизации руд месторождения, позволяют произвести дифференциацию разведанных к началу эксплуатации объекта запасов Au и Ag по типам руд. Процентное распределение запасов благородных металлов на изу-

ченной части рудного поля показано на гистограммах (рис. 5). В зоне Главной 78% разведанных запасов Au и 65% Ag связано с золотосульфидным типом руд и лишь 22% Au и 35% Ag приходится на золотосульфосольно-сульфидное оруденение. В зоне Промежуточной основным типом руд является золототеллуридно-сульфидный. На его долю приходится 59,5% запасов

Au и 49,2% Ag. В золотосульфидных рудах зоны находится всего 22,5% запасов Au и 3,8% Ag. В теллуридно-сульфидных рудах сосредоточено, соответственно, 14,5% запасов золота и 29,4% серебра. Золотосульфосольно-сульфидный тип руд здесь мало распространен; с ним связано лишь 3,8% запасов Au и 17,6% Ag.

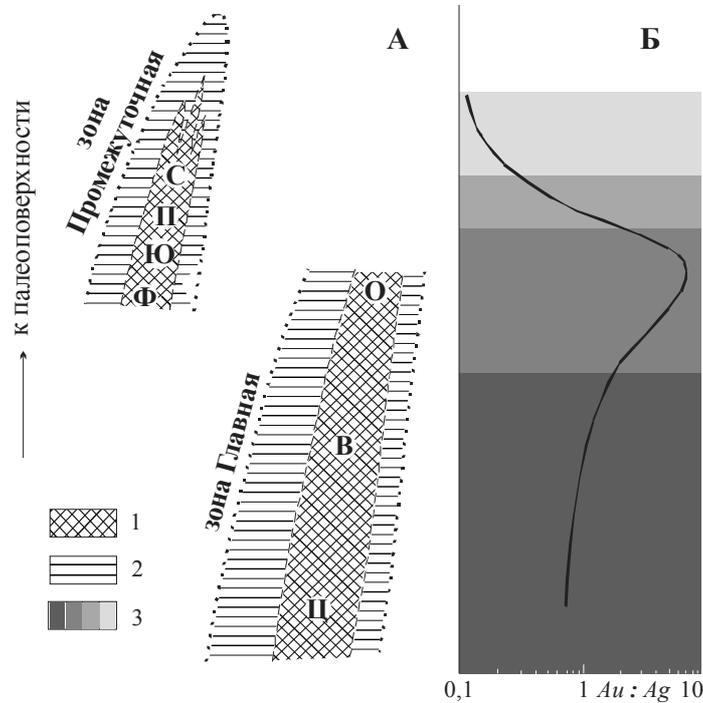


Рис. 4. Схема вертикальной зональности золотосеребряной минерализации на Многовершинном месторождении:  
 А – Строение жильно-метасоматических зон и их относительное положение в вертикальном разрезе: 1 – кварцевое ядро; 2 – «чехол» из гидротермально измененных пород. Рудные тела: Ц – Центральное, В – Верхнее, О – Оленье, Ф – Фланговое, Ю – Южное, П – Промежуточное, С – Северное. Б – Распределение типов руд и изменение отношения Au : Ag (кривая) по вертикали на генерализованной схеме жильно-метасоматической колонны; 3 – типы руд. Условные обозначения типов руд см. на рис. 2

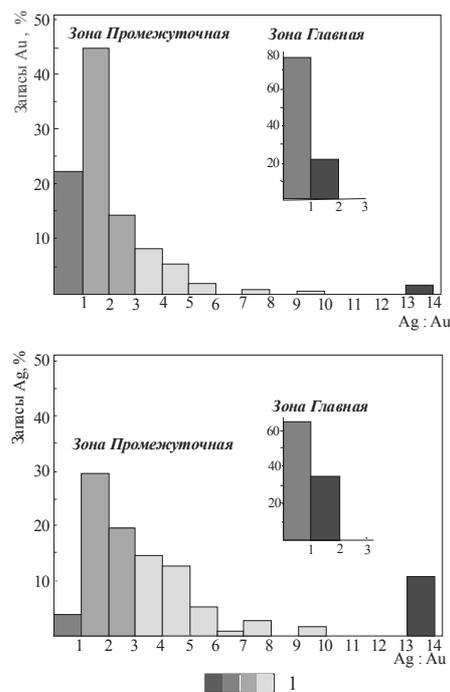


Рис. 5. Распределение разведанных запасов золота и серебра в жильно-метасоматических зонах по типам руд: 1 – типы руд. Условные обозначения типов руд см. на рис. 2

Таким образом, применение интегрального анализа научных (минералогических) и разведочных (геохимических) данных на Многовершинном месторождении позволило решить ряд весьма трудоемких задач, имеющих важное практическое значение.

1. Типизировать руды месторождения. В жильно-метасоматических зонах этого объекта распространены: золотосульфидный (с Au:Ag не менее 1:0,5), золототеллуридно-сульфидный (1:0,5 – 1:3), теллуридно-сульфидный (1:3 – 1:10) и золотосульфосольно-сульфидный (1:0,5 – 1:13,6) типы руд.

2. Отреставрировать положение выделенных типов руд в вертикальной плоскости зон и выявить минерально-геохимическую зональность в их размещении. Наиболее глубокие уровни промышленного оруденения представлены золотосульфосольно-сульфидными рудами, вверх по восстанию зон они сменяются золотосульфидными, те, в свою очередь, – золототеллуридно-

сульфидными и, наконец, последние – теллуридно-сульфидными.

3. Дифференцировать разведанные к началу эксплуатации месторождения запасы золота и серебра по типам руд. В зоне Главной 78% запасов Au и 65% Ag связано с золотосульфидным типом руд и лишь 22% Au и 35% Ag приходится на золотосульфосольно-сульфидное оруденение. В зоне Промежуточной основной тип руд – золототеллуридно-сульфидный. На его долю приходилось 59,5% подсчитанных запасов Au и 49,2% Ag.

Результаты проведенного исследования дополняют базу данных, используемую при создании моделей формирования месторождения [2, 6]. Накопленный опыт применения разработанного метода типизации руд может быть использован при решении некоторых трудоемких задач минералого-геохимического свойства на других золотоносных низкосульфидных объектах, а также месторождениях цветных металлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифтограбены и вулканоплутонические пояса юга Дальнего Востока России. Ст. 3: Геодинамические модели синхронного формирования горст-аккреционных систем и рифтограбенов // Тихоокеанская геология. 1999. № 6. С. 35–58.
2. Константинов М.М., Варгунина Н.П. и др. Золотосеребряные месторождения. Сер. Модели месторождений благородных и цветных металлов. М.: ЦНИГРИ, 2000. 239 с.
3. Фатьянов И.И., Хомич В.Г. Бекчиулское золотоносное вулканоплутоническое сооружение: магматические ассоциации, особенности развития, схема формирования (Нижнее Приамурье) // Тихоокеанская геология. 1997. Т. 16, № 1. С. 32–44.
4. Хомич В.Г., Фатьянов И.И. Геолого-структурные элементы одного из золоторудных месторождений Нижнего Приамурья и их влияние на зональность оруденения // Структуры рудных полей и месторождений золота и серебра. Вып. IV (I). Владивосток, 1985. С. 53–55.
5. Фатьянов И.И., Хомич В.Г. Строение и особенности образования жильно-метасоматических зон золотосеребряного месторождения Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса // Геологические условия локализации эндогенного оруденения. Владивосток, 1989. С. 86–100.
6. Фатьянов И.И., Хомич В.Г. Структурно-вещественные элементы жильно-метасоматических зон Многовершинного золотосеребряного месторождения (Нижнее Приамурье) как показатели эволюции гидротермальной рудообразующей системы // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 2. С. 322–331.
7. Казаченко В.Т., Фатьянов И.И. Теллуровисмутит // Новые и редкие минералы Дальнего Востока. Владивосток, 1987. С. 89–90.
8. Фатьянов И.И., Сапин В.И. Селеновая минерализация на одном из золотосеребряных месторождений Нижнего Приамурья // Геология рудных месторождений. 1988. Т. XXX, № 6. С. 110–114.
9. Фатьянов И.И. Элементы зональности на одном из золотосеребряных месторождений Нижнего Приамурья // Глубинность распространения и элементы зональности эндогенной минерализации Дальнего Востока. Владивосток, 1987. С. 21–35.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 8 октября 2007 г.