

СПОСОБ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ НЕ ВЫЯВЛЕННЫХ РЕСУРСОВ ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУДНЫХ УЗЛОВ

На примере медно-порфировых рудных узлов, сформированных в эоцен-миоценовую и юрско-меловую эпохи геологического развития Малого Кавказа и западного сектора Тэпис-структуры, обращается внимание на существование прямой корреляции между ресурсами медно-порфировой и золото-полиметаллической минерализации, а также площадью выхода «материнского» гранитоидного массива. Намечающаяся закономерность не противоречит принятым схемам формирования медно-порфировых рудных узлов, отмечающих их центробежную зональность относительно «материнского» гранитоидного массива и эволюционную смену медно-молибденовой минерализации золото-полиметаллической. На основе этой закономерности может быть предложен способ экспертной оценки ещё не выявленных ресурсов золото-полиметаллической минерализации для медно-порфировых рудных узлов, слабо изученных на золото-полиметаллическую минерализацию.

Ключевые слова: медно-порфировые рудные узлы, зональность, оценка не выявленных ресурсов золото-полиметаллической минерализации, Малый Кавказ, Тэпис-структура.

Строение медно-порфировой рудной системы рассмотрено в ряде работ [3, 5, 13]. Характерная её особенность – устойчивая центробежная рудная зональность. Центром зональной структуры служат апикальные части сложно построенного гомодромного гранитоидного плутона. Медно-порфировые рудные узлы (РУ), сформированные в меловую коллизионную эпоху связаны с гранитоидами тоналитового ряда [1]. В пределах Малого Кавказа наиболее изученным гранитоидным массивом, составленным гранитоидами данного ряда (тоналиты, кварцевые диориты, плагиограниты), является Кохб-Шнохоский. К диорит-порфирам и тоналит-порфирам, слагающим западный фланг этого массива, приурочено Техутское медно-молибденовое месторождение.

Медно-порфировые РУ, образованные в эоцен-миоценовую коллизионную эпоху, ассоциируют с гранитоидами монцонит-гранодиоритового ряда [1, 2]. Ярким представителем гранитоидного массива, в состав которого входят гранитоиды монцонит-диоритового ряда, является Мегринский. С ним связаны известные медно-молибденовые месторождения Каджаран, Айгедзор, Агарак, Личк.

Гранитоидные плутоны расположены в центральных частях медно-порфировых РУ. К апикальным частям плутонов, нередко с порфировой структурой, приурочена высокотемпературная



**Несис
Виталий Натанович**
генеральный директор

**Мотов
Андрей Павлович**
кандидат геолого-минералогических наук
главный специалист управления
перспективного планирования
motovAP@polymetal.ru

АО «Полиметалл УК»,
г. Санкт-Петербург

(600–300°C) медно-молибденовая жильно-штоковерковая рудная минерализация в калишпатовых метасоматитах и мусковитовых березитах. В направлении удаления от центра медно-порфировой системы медно-молибденовая минерализация сменяется её эволюционной ветвью – более низкотемпературной (300–150°C) жильно-прожилковой золото-полиметаллической минерализацией в ореолах березитизации и аргиллизации, заполняющей тектонические трещины, которые образуются вокруг плутона в период его становления. Ширина полосы распространения золото-полиметаллической минерализации в экзоконтактовом пространстве гранитоидного массива составляет 1–2 км. Один из примеров проявления подобной зональности – рудная зональность Мегринского рудного узла, расположенного на юге Малого Кавказа [4].

При изучении отдельных медно-порфировых рудных узлов Малого Кавказа авторы обратили внимание на проявляющиеся признаки прямо пропорциональной корреляционной зависимости между ресурсами золото-полиметаллической и молибден-медной минерализации, а также площадь выхода гранитоидных интрузий, расположенных в центральных частях медно-порфировых РУ. Намечающаяся корреляция этих параметров медно-порфировых РУ не противоречит представлению об их образовании в ходе развития медно-порфировой системы, рудоформирующий потенциал которой отражается и в размерах «материнского» гранитного плутона, и в количестве ресурсов молибден-медной и золото-полиметаллической минерализации. Хотя авторы прекрасно отдадут себе отчет в том, что процесс рудоконцентрирования обусловлен многими факторами. На этот процесс, несомненно, влияют состав гранитоидной интрузии, с которой ассоциирует медно-молибденовая и золото-полиметаллическая минерализация, тектоническая подготовленность территории внедрения гранитоидной интрузии, степень последующего эрозионного среза медно-порфирового рудного узла и др. Тем не менее, для проверки просматривающихся тенденций прямой корреляции между площадью выходящих на дневную поверхность гранитоидных плутонов, ресурсами молибден-медной и золото-полиметаллической минерализации нами выбраны несколько относительно неплохо изученных медно-порфировых РУ в глобальной Тэтис-структуре, для

которых описаны и оценены как молибден-медные, так и золото-полиметаллические месторождения. Были выбраны три РУ, сформированные в эоцен-миоценовую эпоху, и три – в меловую (рис. 1). Данные о ресурсах рассмотренных месторождений взяты из опубликованных работ [6, 8–11].

Медно-порфировые РУ эоцен-миоценовой эпохи. *Мегринский РУ* находится в юго-западном сегменте Армении, вблизи границы с Ираном. В центре РУ расположен Мегри-Ордубатский гранитоидный плутон (габбро, монзониты, биотитовые граниты, гранодиориты), прорывающий вулканогенно-осадочные породы палеозоя, позднего мела и палеогена. Площадь выхода гранитоидного плутона на дневную поверхность составляет 345 км². Основной вклад в ресурсы медно-молибденовых руд вносит уникальное по запасам Каджаранское месторождение – 1700 млн т руды с содержанием Cu 0,27%, Mo 0,055% [11]. Месторождение приурочено к северной, краевой части Мегринского плутона, к телам калишпатизированных и аргиллизированных монцодиоритов. Медно-молибденовая минерализация имеет вкрапленный, прожилковый и жильный типы рудной концентрации. Помимо Каджаранского месторождения, в ресурсы медно-молибденовых руд Мегринского РУ вносят вклад мелкие месторождения, млн т руды: Айгедзор 52 (содержание Cu 0,17, Mo 0,42%), Агарак 45 (Cu 0,5, Mo 0,03%), Личк 34 (Cu 0,63, Mo 0,03%), Парагачай 0,05 (Cu 2, Mo 1%), Капуджух 1 (Cu 1,14, Mo 0,17%), Масдаг 350 (Cu 0,43%), Диакаша 14 (Cu 0,44, Mo 0,015%). Ресурсы жильной золото-полиметаллической минерализации в крутопадающих зонах березитизации и аргиллизации Мегринского РУ составляют месторождения, млн т руды: Личквас 4 (Au 5,93, Ag 35,12 г/т, Cu 0,44%), Ваз 0,1 (Au 12,02, Ag 29,38 г/т, Cu 0,76, Zn 0,84, Pb 0,55%), Тертерасар 0,5 (11, Ag 74,8 г/т, Cu 0,45%), Варданидзор 5 (Au 3,13, Ag 56,92 г/т, Cu 0,76, Zn 2,1, Pb 1,13%), Агиурт 1 (Au 6,39, Ag 23,4 г/т, Cu 0,02%), Тагамир 0,6 (Au 1,5 г/т, Cu 1,7%).

Ханкасарский РУ примыкает с севера к Мегринскому РУ. В центре узла наблюдаются три выхода диоритовых порфиритов, гранодиоритов, кварцевых диоритов позднеэоценового возраста, прорывающих вулканогенно-осадочные толщи мела и палеогена. Общая площадь выхода гранитоидных интрузий 37 км². Ресурсы медно-молибденовой минерализации установлены для Ханкасарского месторождения – 10,4 млн т руды с содержанием Cu 0,45, Mo 0,038% [9]. Рудная минерализация

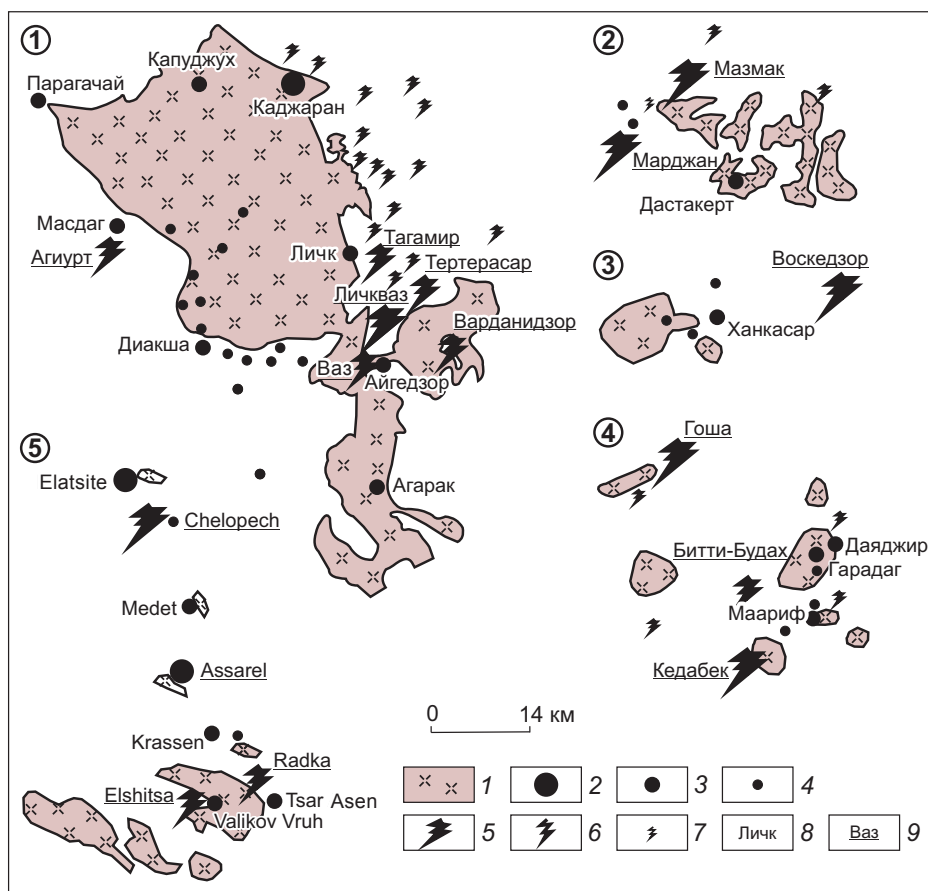


Рис. 1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛИБДЕН-МЕДНО-ПОРФИРОВОЙ И ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО «МАТЕРИНСКИХ» ГРАНИТОИДОВ В МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУ ДВУХ ЭПОХ ФОРМИРОВАНИЯ ТЭТИС-СТРУКТУРЫ:

1 – «материнские» гранитоиды; молибден-медно-порфировая минерализация, ранжированная по уровню запасов меди: 2 – крупное месторождение (>1000 тыс. т), 3 – среднее и мелкое месторождения (1000–10 тыс. т), 4 – не оценённое проявление; золото-полиметаллическая минерализация, ранжированная по уровню запасов золота: 5 – крупное и среднее месторождения (150–10 т), 6 – мелкое месторождение (10–1 т), 7 – не оценённое проявление; названия медно-порфировых (8), золото-полиметаллических (9) месторождений; цифры в кружках: эоцен-миоценовая эпоха – Мегринский (1), Дастакертский (2), Ханкасарский (3) рудные узлы; меловая эпоха – Кедабекский (4), Панагюриштский (5) рудные узлы

проявлена в форме линейной штокверковой зоны пологого простирания с углами падения 10–30°, протяжённостью 1,5 км при мощности порядка 300 м, прослежена до глубины 100 м. Рудная зона локализована внутри Гярской гранитоидной интрузии. Ресурсы жильной золото-полиметаллической минерализации определены для месторождения Воскедзор 23,3 млн т с Au 1,07, Ag 13,91 г/т, Cu 0,09, Zn 0,57%.

Дастакертский РУ расположен в 6 км севернее Ханкасарского РУ. В центре узла отмечаются семь выходов гранитоидных интрузий эоценового возраста, прорывающих вулканогенно-осадочные тол-

щи мела и палеогена, общей площадью 82 км². Ресурсы медно-молибденовой минерализации известны для месторождения Дастакерт 33 млн т с содержанием Cu 0,62, Mo 0,05%. Рудная минерализация в форме линз, гнёзд, жил и прожилков, слагающих 12 жильных зон протяжённостью 50–450 м при мощности первые метры, которые сопровождаются ореолами окварцевания и аргиллизации. Ресурсы жильной золото-полиметаллической минерализации представлены месторождениями, млн т руды: Марджан 4,8 (Au 2,51, Ag 84,59 г/т, Cu 0,13, Zn 0,98, Pb 1,19%) и Мазмак 5,8 (Au 1,05, Ag 147,76 г/т, Cu 1,83, Zn 1,26, Pb 1,83%).

Медно-порфиновые РУ меловой эпохи. *Кедабекский РУ* размещается на территории Азербайджана в пределах антиклинорных поднятий, внутри которых фиксируются выходы гранитоидов мелового возраста Кедабекского, Атабек-Славянского, Джагирского плутонов и др. общей площадью 87 км². Ресурсы штокверковой медно-молибденовой минерализации Кедабекского РУ складываются из ресурсов месторождений, млн т руды [8]: Даяджир 117 (содержание Cu 0,35%), Гарадаг 42 (Cu 0,05, Mo 0,002%), Маариф 32 (Cu 0,06, Mo 0,01%). Ресурсы жильной золото-полиметаллической минерализации представлены месторождениями, млн т руды: Гоша 7,4 (Au 4,7, Ag 6,33 г/т), Кедабек 20,3 (Au 1,15, Ag 9,46 г/т, Cu 0,29%), Битти-Будах 0,01 (Au 0,53, Ag 0,5 г/т, Cu 1,07%).

Панагюриштский РУ расположен на территории Болгарии в северо-восточном секторе Тэтис-структуры, называемом Банат-Тимок-Среднегорским складчатым поясом, проходящим через Румынию, Сербию, Болгарию [10]. «Материнские» интрузии узла представлены гранит-порфиrowыми, гранодиорит-порфиrowыми интрузиями позднего мела, общая площадь выхода на дневную поверхность которых составляет 105 км². Ресурсы медно-порфиrowой минерализации Панагюриштского РУ сложены ресурсами месторождений, млн т руды: Elatsite 354 (содержание Cu 0,44%), Medet 163 (Cu 0,32, Mo 0,01%), Assarel 319 (Cu 0,36%), Tsar Asen 7 (Cu 0,47%), Valikuv Vruh 10 (Cu 0,46%), Krassen 0,3 (Cu 0,76%). Ресурсы жильной золото-полиметаллической минерализации представлены месторождениями, млн т руды: Chelorech 29,87 (Au 4,09, Ag 10,58 г/т, Cu 1,31%), Radka 8,9 (Au 1,7, Ag 27 г/т, Cu 1,06%), Elshitsa 4,5 (Au 1,5, Ag 15 г/т, Cu 1,13%).

Борский РУ размещается на территории Сербии в центральной части Банат-Тимок-Среднегорского складчатого пояса. Представляет собой, по существу, единое месторождение в апикальной и надапикальной частях малой, практически не выходящей на дневную поверхность, интрузии диоритовых порфиrowитов [6, 12]. Нижняя часть месторождения сложена медно-порфиrowой штокверковой минерализацией – Бор Нижний (18 млн т руды с содержанием Cu 0,8%), а верхняя – штокверково-жильной золото-полиметаллической – Бор Верхний (1,7 млн т руды с содержанием Au 10,4 г/т, Cu 13,5%).

Корреляционные зависимости ресурсов золото-полиметаллической минерализации в мед-

но-порфиrowых РУ. Сопоставление ресурсов золото-полиметаллической минерализации с ресурсами медно-молибденовой минерализации и размерами выхода «материнских» гранитных интрузий для РУ как эоцен-миоценовой, так и меловой коллизионных эпох развития Тэтис-структуры выявило прямую корреляцию между этими параметрами (рис. 2, 3). Количество ресурсов золото-полиметаллической минерализации (от категории Inferred и выше) прямо пропорционально площади «материнского» гранитоидного плутона и величине ресурсов медно-молибденовых месторождений. Существование корреляционной зависимости позволяет осуществлять оценку ещё не вскрытых поисково-оценочными работами ресурсов золото-полиметаллической минерализации по установленным ресурсам медно-молибденовой минерализации, проявленной в РУ, и площадям «материнских» гранитоидных плутонов. Можно предложить два варианта такой оценки.

1. *Оценка по отклонению установленных ресурсов золото-полиметаллической минерализации от значений этих ресурсов на прямой линейного тренда корреляционного графика.* На графике, характеризующем РУ эоцен-миоценовой эпохи (см. рис. 2), видно, что значения ресурсов золота и условного золота в золото-полиметаллических месторождениях Дастакертского РУ расположены ниже линии тренда соотношения анализируемых параметров. Разница между фактически установленными и теоретически возможными значениями, исходя из выстроенного графика, показывает вероятные значения не вскрытого количества ресурсов золото-полиметаллической минерализации. Аналогичным образом можно подойти и к оценке не вскрытых ресурсов золото-полиметаллической минерализации Кедабекского РУ, в котором количество золота в золото-полиметаллических месторождениях ниже линии тренда на графике, фиксирующем распределение анализируемых параметров РУ меловой эпохи (см. рис. 3). По проведённой таким образом оценке удаётся определить, что в Дастакертском РУ не оценённое количество ресурсов золото-полиметаллической минерализации составляет 10 т золота и 20 т условного золота, а в Кедабекском РУ – соответственно 15 и 45 т (табл. 1).

2. *Оценка по ресурсам медно-молибденовой минерализации* осуществляется для РУ, в которых не проводилась оценка золото-полиметаллической минерализации, но определено количество ре-

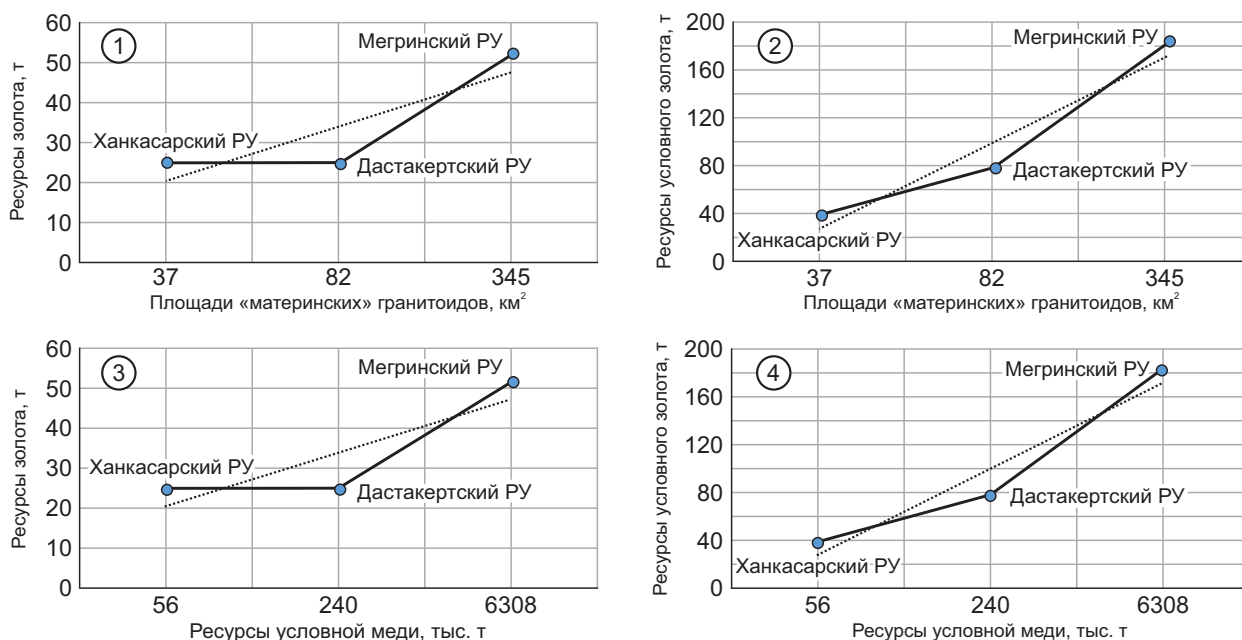


Рис. 2. СООТНОШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУ ЭОЦЕН-МИОЦЕНОВОГО ПЕРИОДА:

площади «материнских» гранитоидов относительно ресурсов золота (1) и условного золота (золото+серебро+медь+цинк+свинец) (2) в золото-полиметаллических месторождениях; ресурсы условной меди (медь+молибден) в медно-молибденовых месторождениях относительно ресурсов золота (3) и условного золота (золото+серебро+медь+цинк+свинец) (4) в золото-полиметаллических месторождениях

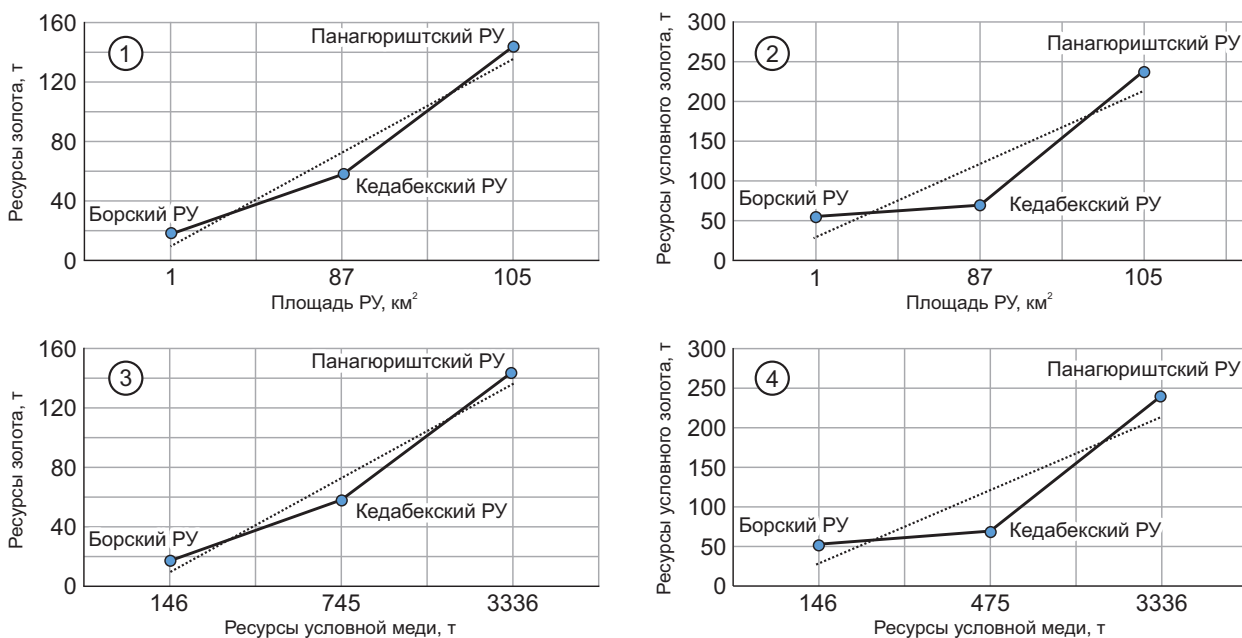


Рис. 3. СООТНОШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУ МЕЛОВОГО ПЕРИОДА:

площади «материнских» гранитоидов относительно ресурсов золота (1) и условного золота (золото+серебро+медь) (2) в золото-полиметаллических месторождениях; ресурсы условной меди (медь+молибден) в медно-молибденовых месторождениях относительно золота (3) и условного золота (золото+серебро+медь+цинк+свинец) (4) в золото-полиметаллических месторождениях

1. ОЦЕНКА НЕ ВСКРЫТЫХ РЕСУРСОВ ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ДАСТАКЕРТСКОГО И КЕДАБЕКСКОГО РУДНЫХ УЗЛОВ, Т

Ресурсы, определяемые по площади «материнской» интрузии		Ресурсы, определяемые по запасам медно-молибденовой минерализации	
золота	условного золота	золота	условного золота
Дастакертский РУ			
10	20	10	20
Кедабекский РУ			
15	45	15	45

2. МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУНГУН [11]

Руда, млн т	Сu, %	Сu, тыс. т	Мо, %	Мо, тыс. т	Условная медь, тыс. т
846	0,60	5076	0,02	203	5545

сурсов медно-молибденовой минерализации. Так, для одного из медно-порфировых узлов эоцен-миоценовой эпохи формирования, расположенных на севере Ирана [7], известны минеральные ресурсы медно-молибденовой минерализации. Это ресурсы месторождения Сунгун (табл. 2). На линии тренда графика соотношения ресурсов золото-полиметаллической и медно-молибденовой минерализации эоцен-миоценовой эпохи (см. рис. 2) по количеству условной меди, сосредоточенной в ресурсах месторождения Сунгун, можно определить соответствующие этим медным ресурсам ресурсы золота и, таким образом, спрогнозировать количество ещё не выявленных, но возможных в Сунгунском медно-порфировом РУ ресурсов золото-полиметаллической минерализации. По параметрам, снятым с графика соотношения ресурсов, ресурсы золото-полиметаллической минерализации составили 43 т золота и 145 т условного золота. Отметим, что в пределах данного РУ известны несколько золото-полиметаллических проявлений (рис. 4). В них, возможно, сосредоточены определённые по графику соотношения ресурсов золото-полиметаллической и медно-молибденовой минерализации ресурсы золота.

Предлагаемые методические приёмы оценки не вскрытых ресурсов золото-полиметаллической

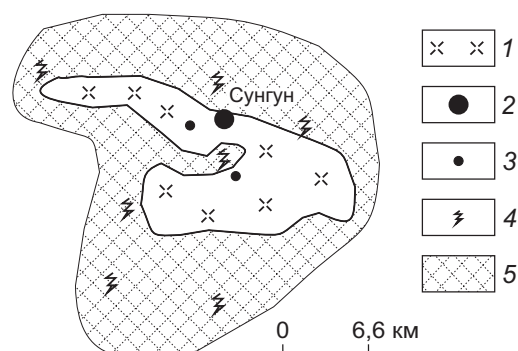


Рис. 4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛИБДЕН-МЕДНО-ПОРФИРОВОЙ И ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ГРАНИТНОГО МАССИВА:

1 – гранитоидный массив эоцен-миоценового возраста; молибден-медно-порфировая минерализация: 2 – месторождение Сунгун, 3 – проявления с не оценёнными ресурсами; 4 – золото-полиметаллические проявления, не оценённые геологоразведочными работами; 5 – зона распространения золото-полиметаллических проявлений

минерализации можно использовать на территориях проявления медно-порфировых рудообразующих систем в целях прогнозирования участков с наибольшими шансами обнаружения новых золото-полиметаллических месторождений. Авторы осознают необходимость привлечения большего объёма статистического материала по ресурсам эволюционных пар медно-молибденовых и золото-полиметаллических руд. Однако следует отметить, что степень изученности жильной золото-полиметаллической минерализации на порядок ниже, чем медно-молибденовой, о чём, в частности, свидетельствуют обзоры месторождений медно-порфировой рудной системы, проявленной в Тэтиструктуре [11]. Такое неравное соотношение может объясняться тем, что жильные золото-полиметаллические месторождения по сравнению с медно-молибденовыми характеризуются параметрами, усложняющими вовлечение их в эксплуатацию. Медно-молибденовые руды чаще всего имеют жильно-штокверковый характер распределения рудной минерализации, позволяющий добывать их менее затратным открытым способом. Проявления медно-молибденовой минерализации в первую очередь привлекают внимание геологов, именно медно-молибденовую минерализацию изучают и оценивают в первую очередь. Более низкотем-

пературная эволюционная ветвь медно-молибден-порфировой минерализации – жильная золото-полиметаллическая – проявлена в форме узких линейных крутопадающих тел. Такие условия залегания золото-полиметаллической минерализации определяют преимущественное использование затратного подземного способа их отработки. Дополнительное обстоятельство, снижающее экономическую привлекательность золото-полиметаллической минерализации – технологическая упорность этих руд. Золото в них

на 70–80% представлено наноразмерной формой в сульфидах (пирите, халькопирите, арсенопирите и др.). Таким образом, золото-полиметаллические месторождения в целом не доизучены и, в определённой степени, представляют собой руды, которым с течением времени будет уделяться всё больше внимания в связи с исчерпанием запасов экономичных типов золотых руд при одновременном развитии гидро- и биометаллургических технологических способов переработки упорных золотых руд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Главнейшие медно-порфиновые системы Малого Кавказа* / Р.Л.Мелконян, Р.Моритц, Р.Н.Таян и др. // Изв. НАН РА. Науки о Земле. 2014. 67. № 1. С. 3–39.
2. *Казарян А.К., Мовсисян А.И.* О Каджаранском Cu-Мо порфириновом месторождении (Армения) // Евразийский научный журнал. 2015. № 1. С. 1–6.
3. *Кривцов А.И.* Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфириновых месторождений. – М.: Недра, 1983.
4. *Мотов А.П., Валеев О.К., Малах Ю.Е., Головина Т.А.* Геохимическая оценка медно-порфириновых узлов и золото-полиметаллических месторождений Малого Кавказа // Руды и металлы. 2016. № 4. С. 72–79.
5. *Павлова И.Г.* Медно-порфириновые месторождения (закономерности размещения и критерии прогнозирования). – Л.: Недра, 1978.
6. *Anglo Asian Mining PLC report on 26 July 2005.*
7. *Geological map and map of Iran's mineral resources, Ahar area, scale 1:250 000 / Supervised by M.Amidi.* – Tehran: Ministry of Industry and Mine, 1978.
8. *Jelenković R., Milovanović D., Koželj D., Banješević M.* The Mineral Resources of the Bor Metallogenic Zone: A Review // *Geologia Croatica*. 2005. Vol. 69/1. P. 143–155.
9. *Metallogeny of the Lesser Caucasus: From Arc Construction to Postcollision Evolution* / R.Moritz, R.Melkonyan, D.Selby et al. // *Society of Economic Geologists, Special Publication*. 2016. № 19. P. 157–192.
10. *Moritz R., Kouzmanov K., Petrunov R.* Late Cretaceous Cu-Au epithermal deposits of the Panagyurishte district, Srednogorie zone, Bulgaria // *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*. 2004. № 84. P. 79–99.
11. *Porphyry Copper Assessment of the Tethys Region of Western and Southern Asia: Scientific Investigations Report 2010–5090–V* / Ed. M.L.Zientek, J.M.Hammarstrom, K.M.Johnson // *U.S. Geological Survey*. Reston. Virginia, 2015.
12. *Rakita Exploration d.o.o.* Bor Presentation on November 2016. High-Grade Copper and Gold Project. Bor, 2016.
13. *Sillitoe R.H.* Porphyry Copper Systems, *Society of Economic Geologists* // *Economic Geology*. 2010. Vol. 105. P. 3–41.

EXPERT ESTIMATION OF UNDISCOVERED RESOURCES FOR PORPHYRY COPPER ORE CLUSTER GOLD-POLYMETALLIC MINERALIZATION

V.N.Nesis, A.P.Motov
(JSC Polymetall, Saint Petersburg)

Based on porphyry copper ore clusters formed in Eocene-Miocene and Jurassic-Cretaceous geological development of the Lesser Caucasus and the western Tethys structure sector, direct correlation is defined between porphyry copper and gold-polymetallic mineralization resources as well as «parental» granitoid massif outcrops. The emerging regularity is not contradictory to the established schemes of porphyry copper ore cluster formation showing their centrifugal zoning in relation to the “parental” granitoid massif and evolutionary replacement of copper-molybdenum mineralization by gold-polymetallic type. Based on this regularity, undiscovered gold-polymetallic mineralization resources express estimation method may be proposed for porphyry copper ore clusters underexplored for gold-polymetallic mineralization.

Keywords: porphyry copper ore clusters, zoning, gold-polymetallic mineralization resource estimation, Lesser Caucasus, Tethys structure.

