

ОЦЕНОЧНЫЕ КОНДИЦИИ ДЛЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ И ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

© 2003 г. Г. А. Мкртчян, Р. С. Мовсесян

Ереванский государственный университет, геологический факультет
375025, Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, Республика Армения
Поступила в редакцию 14.02.2003 г.

В статье рассмотрены оценочные (браковочные) кондиции, с помощью которых можно произвести начальную экономическую оценку золоторудных и золото-полиметаллических проявлений, находящихся на поисковой и поисково-оценочной стадиях изучения, масштабы которых определены по прогнозным ресурсам категорий P_1 , P_2 и запасам категории C_2 .

Среди большого количества рудных месторождений, выявленных на территории Республики Армения, одними из наиболее перспективных являются золоторудные месторождения. Несмотря на снижения и значительные колебания цен на этот металл, происходящие в последние годы, золото по-прежнему является высоколиквидным товаром, чем и объясняется повышенный интерес к его месторождениям со стороны отечественных и иностранных инвесторов. В настоящее время все разведанные месторождения золота с экономическими запасами или разрабатываются, или подготавливаются к промышленному освоению. За счет частных инвестиций выполняется значительный объем поисковых и разведочных работ. Приоритетными для освоения являются небольшие объекты с высокой ценностью и малым сроком окупаемости капитальных вложений. Данному процессу способствует оптимистичная прогнозная оценка территории республики на этот тип оруденения и большая степень вероятности обнаружения здесь месторождений золота среднего и мелкого масштаба.

Все это дает основание утверждать, что интерес к золоторудным месторождениям в перспективе не снизится. Учитывая данное обстоятельство, в статье рассматриваются подходы к расчету и сами параметры оценочных (браковочных) кондиций для золоторудных проявлений. С их помощью можно произвести экономическую оценку прогнозных ресурсов категорий P_1 и P_2 , а также предварительно оцененных запасов категории C_2 , решив тем самым вопрос о продолжении или приостановке геологоразведочных работ на поисковом объекте.

По минеральному составу руд выделяются два промышленных типа – собственно золоторудные и золото-полиметаллические. К первому типу относятся месторождения, в рудах которых золото по извлекаемой ценности является основным компонентом, ко второму – объекты, где наряду с полиметаллами золото также является одним из ведущих по ценности.

По формационной принадлежности подавляющая часть эндогенных месторождений золота группируется в две формации [1]. Первая – золото-сульфидно-теллурическая, объединяет немногочисленные, но занимающие ведущее место в общем балансе месторождения, представителями которой являются Соть и Меградзор. Золото представлено, в основном, тонкодисперсными само-

родными частицами, а также соединениями теллура и серебра. Золото-серебряное отношение колеблется от 1:0,6 до 1:1,2. Основным компонентом является золото, промышленную ценность представляют серебро, селен, теллур, висмут. Данный тип месторождения выделен в собственно золоторудную группу объектов.

Представителями второй – золото-сульфидной формации являются Шаумянское, Личквз-Тейское, Арманисское и др. месторождения. Этот тип довольно широко развит. Основной формой проявления золота является самородная, в редких случаях оно представлено также в виде теллуридов. Преобладает тонкодисперсное золото. Кроме него отмечается высокое содержание серебра; золото-серебряное отношение варьирует от 1:7 до 1:35. Вместе с золотом и серебром промышленную ценность представляют медь, свинец, цинк, а также кадмий, селен, теллур, индий и др. Данные месторождения сведены в золото-полиметаллический промышленный тип.

Рудные тела обеих групп месторождений представлены жилами и жильными зонами, минерализованными дайками, зонами прожилкования, мелкими линзо- и гнездообразными телами. Месторождения образовались в близповерхностных и среднеглубинных условиях.

По характеру распределения золота отмечаются рудные тела с четкими геологическими границами и не имеющие определенных геологических контуров. Оконтурирование последних проводится по результатам опробования.

Месторождения обрабатываются или подземным, или комбинированным – открытым-подземным способом.

Применительно к технологии обогащения типизацию руд месторождений проводят по наличию в рудах кроме золота других промышленно извлекаемых компонентов и степени окисления руд – первичные, смешанные и окисленные. По степени окисления к первичным (сульфидным) относятся руды, содержащие не более 10-20% окисленных минералов, к смешанному типу – руды, содержащие не более 30%, к окисленным – свыше 30% окисленных минералов.

Основной способ переработки золотых руд – цианирование, золото-полиметаллические обрабатываются комбинированным способом – гравитация-флотация-цианирование.

Геолого-экономическая оценка объектов рудной минерализации на ранних стадиях

геологоразведочных работ с помощью оценочных кондиций впервые была разработана в ВИЭМС (Москва), далее проводилась в его Кавказском отделе (Ереван) и достаточно хорошо освещена в ряде работ [2,3,4].

Оценочные кондиции характеризуются двумя параметрами – количеством и качеством запасов, находящимися между собой в эмпирической зависимости, которая может быть выражена как в табличной, так и в графической форме. В свою очередь проявляется связь между количеством запасов (прогнозных ресурсов) и оптимальной годовой производительностью рудника. Последней предопределяются затраты на добычу и переработку руды.

Такая зависимость устанавливается применительно к отдельному типу месторождений для так называемых "нормализованных" условий строительства и эксплуатации горнорудного предприятия. Они предусматривают целый ряд усредненных признаков – от географо-экономической характеристики района до горно-геологических особенностей изучаемого месторождения.

К нормализованным (среднеблагоприятным) отнесены следующие условия:

- территория объекта оценки находится на отметках ниже 2000 м;
- через рудные районы проходят железнодорожные линии и шоссейные дороги, а также ВЛЭП. Удаленность оцениваемых объектов от отмеченных коммуникаций не превышает 20 км;
- наличие свободной рабочей силы, освоенность района работ;
- глубина отработки месторождения находится в пределах 250-300 м;
- коэффициент рудоносности 0,8, разубоживание до 25%;
- извлечение металлов при обогащении: золота 85%, меди, свинца, цинка и серебра – 75-80%.

При оценке конкретных объектов, отличающихся индивидуальными особенностями, используется система поправочных коэффициентов к оценочным кондициям, учитывающих отклонения от нормализованных условий. Это касается оптимальной глубины отработки, коэффициента рудоносности, обводненности, удаленности, высокогорности, экологических факторов. Существенное влияние на оценочные кондиции оказывает также колебание цен на золото (рис.1).

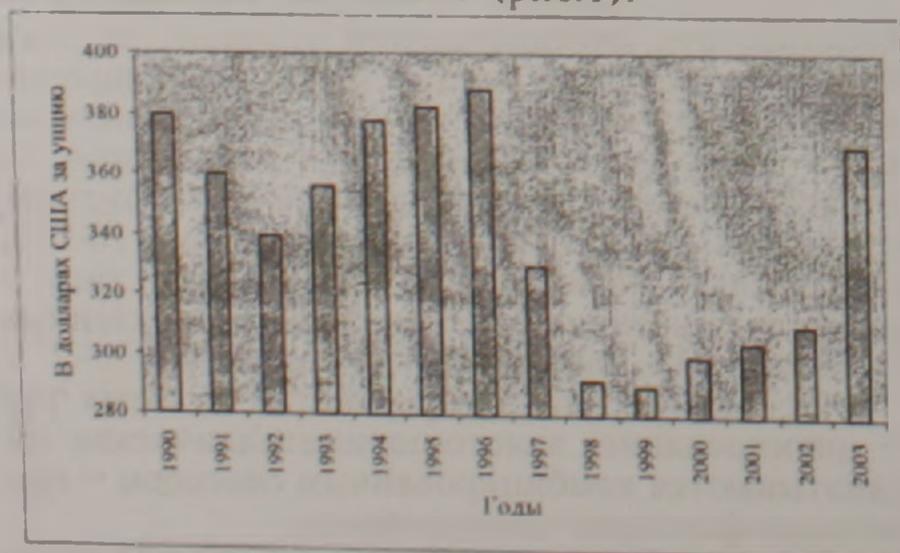


Рис. 1. Колебания цены на золото по данным ЛБМ.

Оценочные кондиции разработаны применительно к собственно золоторудным и золото-полиметаллическим месторождениям, исходя из принципа равенства извлекаемой ценности из 1 т руды эксплуатационным издержкам, т.е. бесприбыльной-безубыточной деятельности. Стоимостные показатели оценки затрат и оценочные кондиции рассчитаны с учетом годового масштаба добычи руды, ее переработки на обогатительной фабрике с получением грави- и флотоконцентратов.

Технико-экономические показатели, обосновывающие оценочные кондиции с их параметрами, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Оценочные кондиции для жильных месторождений золота при нормализованных условиях освоения и местонахождения (подземная добыча)

Показатели	Един. измер.	Общие запасы руды в недрах, тыс. т					
		500	1000	2000	3000	5000	10000
Годовая производительность по руде	тыс. т	50	100	150	200	300	500
Срок существования рудника	лет	12	12	16	18	20	24
Себестоимость добычи руды	долл./т	27.9	24.1	22.6	20.5	18.3	17.2
Себестоимость обогащения руды	"	9.2	7.8	5.7	5.2	4.7	4.4
Накладные расходы (20%)	"	7.4	6.4	5.7	5.1	4.6	4.3
Суммарные издержки	"	44.5	38.3	34.0	30.8	27.6	25.9
Содержание золота в недрах	г/т	6.5	5.6	5.0	4.5	4.1	3.8

Таблица 2

Оценочные кондиции для жильных золото-полиметаллических месторождений при нормализованных условиях освоения и местонахождения (подземная добыча)

Показатели	Един. измер.	Общие запасы руды в недрах, тыс. т					
		500	1000	2000	3000	5000	10000
Годовая производительность по руде	тыс. т	50	100	150	200	300	500
Срок существования рудника	лет	12	12	16	18	20	24
Себестоимость добычи руды	долл./т	27.9	24.1	22.6	20.5	18.3	17.2
Себестоимость обогащения руды	"	11.4	9.9	7.8	6.8	6.0	5.8
Накладные расходы (20%)	"	7.9	6.8	6.1	5.5	4.9	4.6
Суммарные издержки	"	47.2	40.8	36.5	32.8	29.2	27.6
Содержание условного золота в недрах	г/т	6.9	6.0	5.4	4.8	4.3	4.1

Учитывая комплексный характер руд, к числу исходных показателей при расчете оценочных кондиций для золото-полиметаллических руд относятся переводные коэффициенты, для пересчета попутных компонентов в условный металл по известной формуле:

$$K_{пер} = \frac{Цп \times Ип}{Цо \times Ио}$$

где: Цп и Цо – цены попутного и основного компонентов,

Ип и Ио – коэффициенты их извлечения.

При пересчете попутных компонентов в условный металл следует учитывать нижние пределы содержаний, при которых полезный компонент не извлекается в товарную продукцию.

Вероятностный характер исходной геологической информации предопределяет неоднозначность оценок качества как прогнозных ресурсов P_1 и P_2 , так и предварительно оцененных запасов категории C_2 . Это означает, что в реальных условиях должны существовать минимальные и максимальные оценки как количества ресурсов (запасов), так и средних содержаний полезных компонентов в них.

В основе этих построений лежит ошибка аналогии, которая неизбежна на всех стадиях геологоразведочного процесса, а также ошибки, обусловленные неправильной трактовкой геологического строения и др. Численные значения возможных погрешностей определены на фактическом материале обрабатываемых в настоящее время рудных месторождений. На основе анализа данных разведки и эксплуатации большого количества месторождений установлено, что величина ошибки погрешности в определении запасов руды и содержания металлов в первую очередь зависит от степени изменчивости основных параметров оруденения и недостаточного учета закономерностей их пространственного распределения. Величина этих ошибок варьирует в значительных пределах. По собственно золоторудным и золото-полиметаллическим месторождениям относительные погрешности по запасам руды доходят до $\pm 20\%$, по содержанию – до $\pm 25\%$ [5].

Таким образом, оцениваемое месторождение

(проявление) на графике может представляться как в виде точки с фиксированными параметрами (запасы, содержание), так и отображаться в виде площади распределения этих параметров. В простейшем случае эта область в системе плоскостных координат может быть представлена прямоугольником, размеры которого определяются вероятным диапазоном колебаний количества прогнозных ресурсов или запасов по оси абсцисс и содержания полезного компонента (натурального или условного) по оси ординат.

По приведенным технико-экономическим показателям построены кривые оценочных кондиций, отображенные на рисунках 2 и 3.

Граничный параметр является "браковочным", при помощи которого исключаются те объекты, чьи ресурсы и запасы по количеству и качеству не удовлетворяют современным требованиям промышленности. Вместе с этим следует принимать во внимание то обстоятельство, что отрицательная оценка рудопроявления закрывает путь к его дальнейшей разведке. В связи с этим отбраковка должна проводиться осторожно. Следует при этом также учесть, что с момента выявления участка концентрации полезного ископаемого до его промышленной оценки – выявления месторождения проходит большой промежуток времени. За это время могут существенно измениться технико-экономические показатели и конъюнктурные требования к качеству сырья в недрах. Поэтому представляется целесообразным наряду с объектами, удовлетворяющими современным требованиям промышленности, выделить группу т.н. "потенциальных" – рудные скопления с содержанием полезного ископаемого на уровне до 70% от оценочных. Это будет способствовать учету той части ресурсов, которая не имеет очевидной ценности на современном этапе, но может представлять интерес не в столь отдаленном будущем. На рис. 2 и 3 они размещаются на поле "потенциальных" объектов.

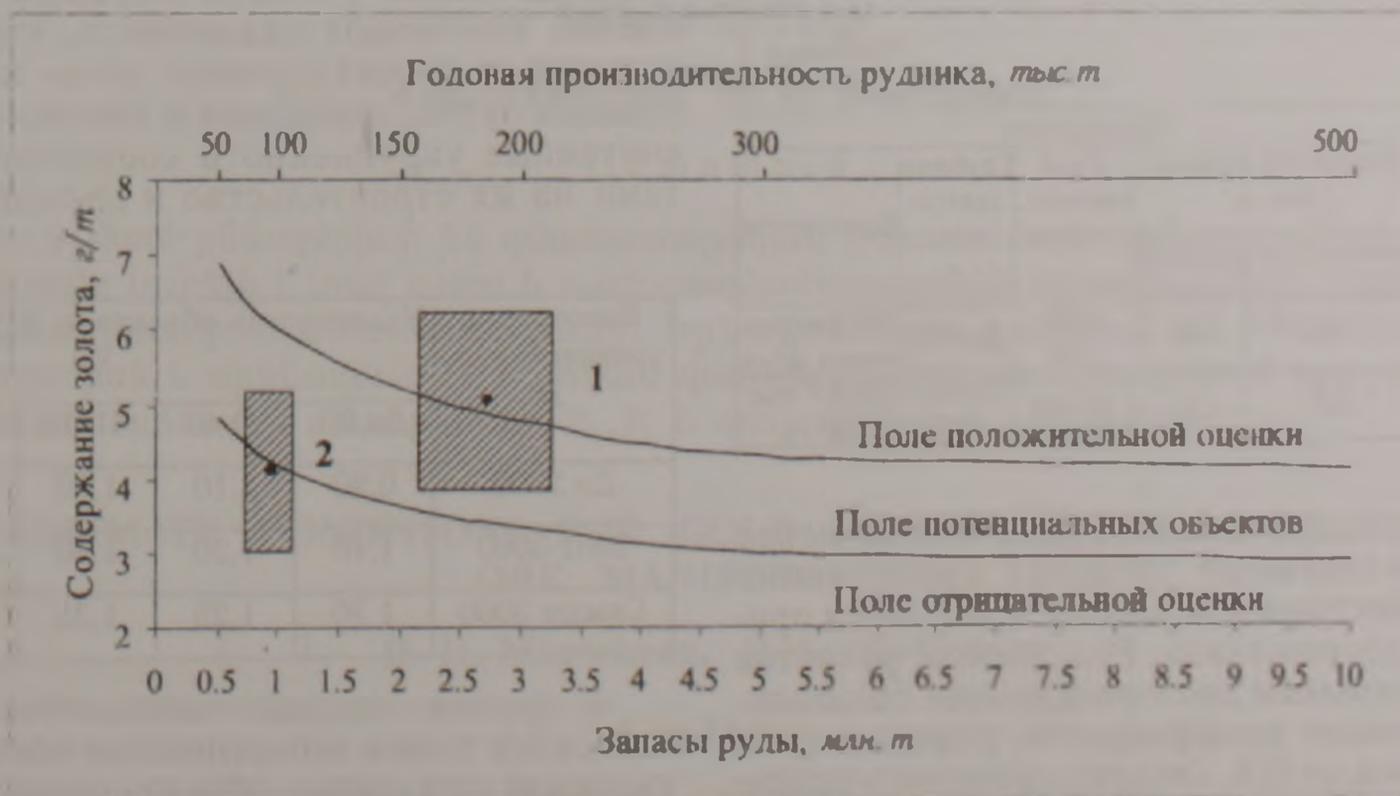


Рис.2. Оценочные кондиции для собственно золоторудных месторождений жильного типа при нормализованных условиях освоения и местонахождения (подземная добыча). Примеры оценок: 1. Тухманукское месторождение (юго-восточная зона) 2. Меграсарское проявление

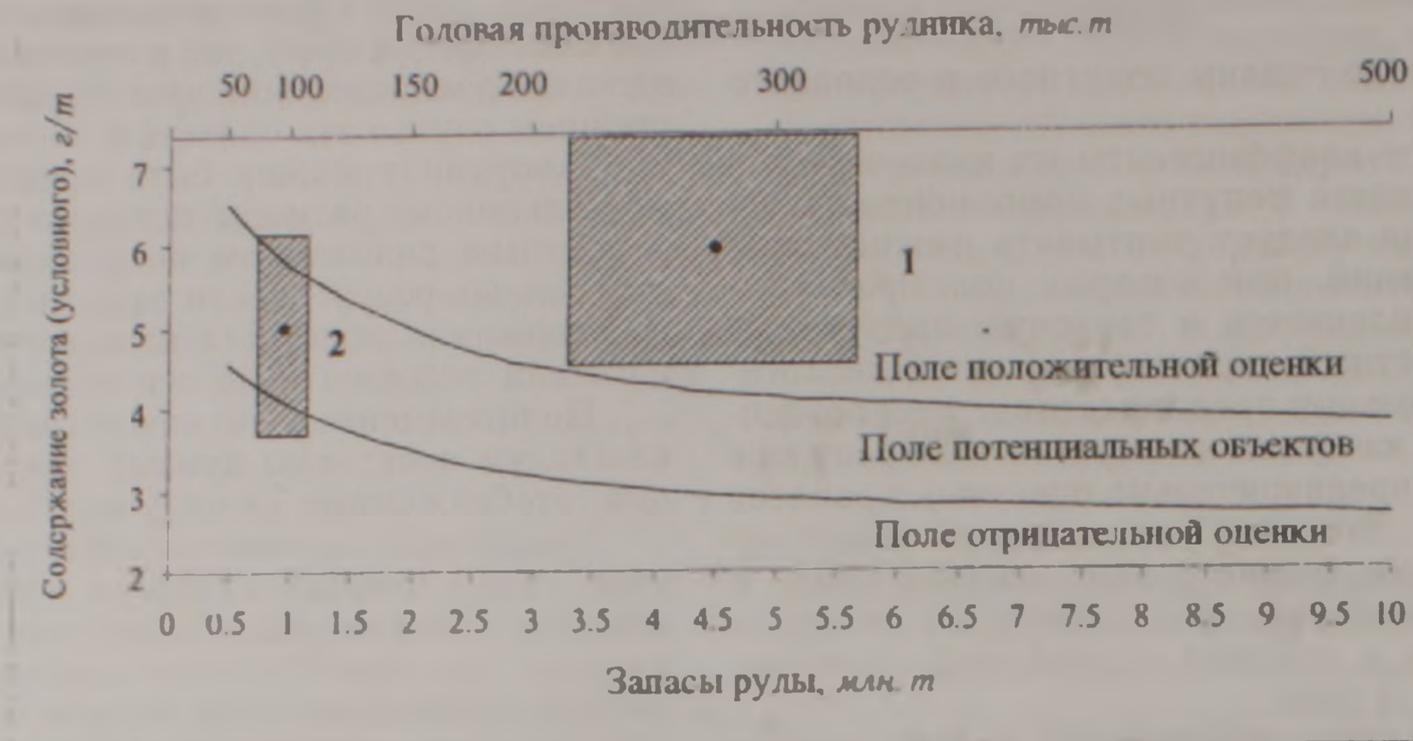


Рис.3. Оценочные кондиции для золото-полиметаллических месторождений жильного типа при нормализованных условиях освоения и местонахождения (подземная добыча). Примеры оценок: 1. Марджанское месторождение. 2. Дзагидзорское проявление.

Оценочные кондиции для объектов, характеризующихся отклонением от нормализованных условий, корректируются поправочными коэффициентами, учитывающими индивидуальные горно-геологические и географо-экономические особенности.

Для жильных месторождений горно-геологическими факторами, влияющими на уровень оценочных кондиций, являются: мощность рудного тела, его угол падения, коэффициент рудоносности, крепость руд и вмещающих пород, глубина разработки, объем водопритока. По совокупности их влияния поправочный коэффициент при благоприятных условиях разработки принимается равным 0,9, средних (нормализованных) — 1,0, при тяжелых условиях — 1,2. Характеристики параметров горно-геологических условий приведены в таблице 3.

Таблица 3

Условия отработки	Показатели				Водоприток
	Мощность рудных тел, м		Угол падения, градус	Глубина залегания, м	
	маломощные	мощные			
Благоприятные	2	40	<20, >80	До 300	До первых сотен м ³ /ч
Тяжелые	0,7	6	30-60	Более 300	До 5-7 тыс м ³ /ч

Величина коэффициента рудоносности менее 0,8 (нормализованный уровень) существенно влияет на себестоимость добычи 1 т руды и приводит к ее удорожанию. Результаты расчетов по разрабатываемым месторождениям показали, что при значении коэффициента рудоносности, отличающегося от 0,8, следует применять поправочные коэффициенты, приведенные ниже.

В зависимости от крепости руд и вмещающих пород применяются следующие поправочные коэффициенты:

Таблица 4

Коэффициент рудоносности	Поправочный коэффициент
0,9	0,9
0,8	1,0
0,6-0,7	1,1
0,5-0,6	1,2

Таблица 5

Коэффициент крепости руд и пород по шкале М М Протодяконова	5-10	10-15	15-18	18-20
	Поправочный коэффициент	0,9	1,0	1,1

Поправочные коэффициенты на географо-экономические условия нахождения объекта оценки учитывают удаленность его от существующих и проектируемых авто- и железнодорожных путей сообщения и высокогорность, рассчитанные укрупненно в соответствии с затратами на их строительство и грузоперевозки:

Таблица 6

Высота над уровнем моря, м	Удаленность объекта от путей сообщения, км				
	До 20	20-40	41-60	61-80	81-100
До 2000	0,90	1,10	1,20	1,30	1,35
2001-3000	1,10	1,20	1,30	1,40	1,45
Свыше 3000	1,20	1,25	1,35	1,45	1,55

К группе географо-экономических условий относится также экологическая обстановка, учитываемая при оценке объекта через систему территориальных нормативов — экологических издержек, в частности, за качество отчуждаемых земель под будущие горные разработки и строительство производственных комплексов. Земель-

ный фонд по народнохозяйственной ценности можно подразделить на следующие три группы (категории).

К первой отнесены окультуренные, а также земли курортных и рекреационных зон, государственные заповедники, оценка которых в силу их ограниченности и высокой ценности при отчуждении должны осуществляться по внеэкономическим принципам.

К землям второй категории условно отнесены те, горнопромышленная ценность которых не меньше сельскохозяйственной. При организации горного производства на этих землях к оценочным кондициям предлагается ввести поправочные коэффициенты на:

- отчуждаемые участки, используемые для сельскохозяйственных целей – 1,15;
- отчуждаемые участки, покрытые лесом – 1,20.

К третьей категории отнесены земли, мало пригодные под сельскохозяйственные угодья или пригодные после коренной их мелиорации. Поправочные коэффициенты на земли данного качества не принимаются [6].

На рисунках 2 и 3 показано применение оценочных кондиций. Горно-геологические параметры рассматриваемых объектов, оцененные по результатам поисковых стадий (мощность рудного тела, угол его падения, крепость руд и пород, гидрогеологические условия и т.д.), не отличаются от параметров, принятых для нормализованных условий. Поправочный коэффициент 1,1 по географо-экономическим условиям нахождения объектов применен к содержаниям металлов по Марджанскому месторождению и юго-восточной зоне Тухманукского месторождения. Как видно из рисунков, Меграсарское и Дзагидзорское рудопроявления получили отрицательную оценку, так как не установлена возможность наращивания запасов и улучшения качества руды. Что каса-

ется Марджанского месторождения и ЮВ зоны Тухманукского месторождения, то они по результатам тестирования оцениваются положительно и рекомендуются для проведения геологоразведочных работ.

Таким образом, оценочные кондиции позволяют моделировать объекты поиска и проводить надежную геолого-экономическую оценку исследуемых рудопроявлений и месторождений. Такой подход позволяет произвести своевременную отбраковку объектов, которые не могут иметь промышленного значения, а в случае положительной оценки рудопроявление переводится в разряд месторождения с принятием решения о его дальнейшем изучении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984. 303 с.
2. Методические рекомендации по геолого-экономическому обоснованию методики проведения объемов работ поисково-оценочной стадии для месторождений жильного типа. М.: ВИЭМС, 1984. 38 с.
3. Методические рекомендации по оценке месторождений свинца, цинка, олова, вольфрама и молибдена в зоне БАМ на ранних стадиях изучения. М.: ВИЭМС, 1981. 40 с.
4. Методические рекомендации по оценке медных и свинцово-цинковых месторождений Кавказа на стадии поисковых работ. М.: ВИЭМС, 1979. 61 с.
5. Мкртчян Г.А., Мовсесян Р.С., Езакян О.С. О характере погрешностей разведочных данных штокверковых и пластообразных месторождений. Уч. записки ЕГУ. 2003, №2, с.126-130.
6. Мкртчян Г.А., Мовсесян Р.С., Алексанян К.А. Об учете экологического фактора при геолого-экономической оценке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Изв. НАН РА, Науки о Земле. 2000, т. LIII, №3, с. 57-58.

ՈՍԿՈՒ ԵՎ ՈՍԿԻ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ԵՐԵՎԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՂԱԿԱՆ ԿՈՆԴԻՑԻԱՆԵՐ

Հ. Հ. Մկրտչյան, Ռ. Ս. Մովսեսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկված են գնահատողական (խոտանման) կոնդիցիաներն, որոնց օգնությամբ կարելի է տալ ոսկու և ոսկի-բազմամետաղային երևակումների սկզբնական տնտեսագիտական գնահատականը: Երևակումները գտնվում են հետազոտման որոնողական և որոնող-գնահատման փուլերում, իսկ մասշտաբներն որոշված են կանխատեսումնային ռեսուրսների P_2, P_1 և պաշարների C_2 կարգերով:

ESTIMATE CONDITIONS FOR GOLD AND GOLD-POLIMETALLIC ORE MANIFESTATION

H. H. Mkrtchyan, R. S. Movsesyan

Abstract

In article are considered estimate (boundary) conditions, with which help it is possible to make an initial economic estimation of gold and gold – polimetallc ore manifestation. They are taking place at search and search -estimated stages of study and their scales are determined on prognostical resources of categories P_2, P_1 and reserves of a category C_2 .