DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10003

УДК 553.043
© В.Б.Голенев, Д.А.Куликов, 2019

Оценочные параметры для локализации прогнозных ресурсов

В.Б.ГОЛЕНЕВ, Д.А.КУЛИКОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Даётся определение понятия оценочные параметры для локализации прогнозных ресурсов, которые являются аналогом разведочных кондиций для подсчёта запасов месторождений твёрдых полезных ископаемых. Рассмотрен состав и методы обоснования оценочных параметров в зависимости от способа локализации прогнозных ресурсов различных категорий. Предложены критерии для разделения прогнозных ресурсов на кондиционные и некондиционные. Приведены основные недостатки определения оценочных параметров, которые встречаются в материалах направляемых на апробацию прогнозных ресурсов цветных и благородных металлов.
Ключевые слова: прогнозные ресурсы, оценочные параметры, цветные и благородные металлы, разведочные кондиции, рудные тела, перспективные площади.

Голенев Владимир Борисович
доктор геолого-минералогических наук
golenev_vb@mail.ru

Куликов Данила Алексеевич
кандидат геолого-минералогических наук
kulikov@tsnigri.ru

Estimation parameters for the localization of inferred resources

V.B.GOLENEV, D.A.KULIKOV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

The concept of estimation parameters for the localization of inferred resources, which are similar to the exploration conditions for nonfuel mineral reserve estimates, is presented. The composition and methods to validate estimation parameters depending on the localization method of inferred resources of different categories are considered. Criteria for subdividing inferred resources into certified and non-conforming categories are proposed. The main disadvantages of defining the estimation parameters for the materials sent to non-ferrous and precious metal inferred resources approval are given.
Key words: inferred resources, estimation parameters, non-ferrous and precious metals, exploration conditions, ore bodies, prospective areas.

Оценку (подсчёт) прогнозных ресурсов цветных и благородных металлов можно разделить на несколько этапов. Одним из первых и основных является выбор оценочных параметров. Оценочные параметры – это совокупность обоснованных аналогией и(или) реже экономически предельных требований промышленности к качеству и количеству руд и горнотехническим условиям их добычи, при которых обеспечиваются оптимальный вариант локализации и количественной оценки прогнозных ресурсов, принятие объективного решения о целесообразности и очерёдности продолжения геологоразведочных работ с целью повышения геологической изученности недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы. Основное назначение оценочных параметров – локализация заключённых в недрах прогнозных ресурсов и их разделение на кондиционные и некондиционные. Оценочные параметры не характеризуют оптимальные горно-геологические условия прогнозируемого объекта, так как не содержат характеристики среднего качества полезного ископаемого. Ими определяются только предельные значения показателей, при которых ещё обеспечивается экономическая целесообразность продолжения геологоразведочных работ на перспективном объекте.

Выбор показателей оценочных параметров вызывает определённые проблемы у специалистов по прогнозированию и поискам полезных ископаемых по следующим причинам:

ограниченный объём геологической информации на ранних стадиях геологоразведочных работ;

отсутствие методических разработок по выбору показателей оценочных параметров;

недостаточный опыт (отсутствие опыта) проведения геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов у специалистов-геологов.

Состав показателей оценочных параметров зависит от возможности проведения оценки прогнозных ресурсов прямыми способами геометризованными рудными телами или по аналогии перспективными площадями без геометризации рудных тел.

Геометризованными рудными телами (со сплошным или прерывистым характером распределения промышленных руд внутри тел) прямыми способами оцениваются прогнозные ресурсы категории P_1 и основная часть прогнозных ресурсов категории P_2 цветных и благородных металлов. По перспективным площадям без геометризации рудных тел по аналогии оцениваются прогнозные ресурсы категории P_3, реже P_2 (в основном по результатам прогнозно-поисковых, геолого-съёмочных и поисковых работ масштаба 1:50 000).

В качестве оценочных параметров для локализации прогнозных ресурсов категории P_1 (реже P_2) на флангах и глубоких горизонтах месторождений (рудных полей с месторождениями) используются временные или постоянные разведочные кондиции, утверждённые для этого же месторождения в установленном порядке [2].

Для новых объектов при определении количества прогнозных ресурсов категории P_1 и P_2 рудными телами оценочные параметры устанавливаются на основании:

аналогии с утверждёнными в установленном порядке временными или постоянными разведочными кондициями месторождения того же геолого-промышленного и рудно-формационного типа, с такими же минеральным составом и технологическими свойствами руд, способом разработки, горно-техническими условиями добычи, скорректированными при необходимости геолого-экономическими расчётами по укрупнённым показателям с учётом географо-экономического положения и индивидуальных геологических особенностей нового объекта, изменений цен на основное и попутные полезные ископаемые, издержек горнодобывающего и перерабатывающего производств на основе применения принципа аналогии;

геолого-экономических расчётов по укрупнённым показателям (при отсутствии месторождения-аналога) ожидаемых технико-экономических показателей освоения возможного месторождения, основанных на вариантной оценке прогнозных ресурсов при различных значениях оценочных параметров, набор которых зависит от геологических, технологических и горно-технических особенностей объекта оценки, с использованием аналогии; методика вариантной оценки (подсчёта количества) прогнозных ресурсов и принципы выбора оптимального варианта оценочных параметров такие же, как и при вариантном подсчёте запасов для обоснования показателей временных разведочных кондиций.

Исходя из практики оценки и апробации, для локализации и подсчёта количества прогнозных ресурсов цветных и благородных металлов рудными телами на новых объектах состав оценочных параметров не должен быть шире состава временных разведочных кондиций для подсчёта запасов и может предусматривать следующие показатели.

Для оконтуривания рудных тел по мощности в поисковых пересечениях:

условия (критерии) оконтуривания рудных тел по мощности в геологических границах;

бортовое содержание полезного компонента (или условного компонента для комплексных руд) в пробе для оконтуривания рудных тел по мощности (при отсутствии геологических границ рудных тел);

максимально допустимая мощность внутрирудных прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в контур оценки прогнозных ресурсов;

условия комбинированного оконтуривания рудных тел по мощности в геологических границах и по бортовому содержанию полезного компонента (или условного компонента) при наличии оруденения за пределами геологических границ;

требования к проведению оценки прогнозных ресурсов статистическим способом с применением линейного коэффициента рудоносности и оконтуриванию рудных тел по мощности для оценки с коэффициентом рудоносности, включая его минимальную величину по пересечению.

Для оконтуривания рудных тел по простиранию и падению:

минимальное содержание полезного компонента (или условного компонента) в краевой выработке;

минимальная мощность рудных тел и соответствующий минимальный метрограмм (метропроцент) полезного компонента (или условного компонента) (произведение минимального содержания полезного компонента (или условного компонента) в краевой выработке на минимальную мощность рудных тел);

целесообразность применения коэффициента рудоносности по площади и его минимальная величина по рудному телу (блоку прогнозных ресурсов).

Для определения кондиционной принадлежности прогнозных ресурсов:

минимальное содержание полезного компонента (или условного компонента) в целом по объекту оценки;

минимальный метрограмм (метропроцент) полезного компонента (или условного компонента) (произведение минимального содержания полезного компонента (или условного компонента) в целом по объекту на минимальную мощность рудных тел).

Для учёта комплексности руд:

оэффициенты для приведения содержаний попутных компонентов в пробе к содержанию условного основного компонента;

минимальные содержания попутных компонентов в пробе, учитываемые при приведении;

перечень попутных компонентов, оцениваемых в прогнозных ресурсах совместно с основным компонентом.

Для выделения однородных блоков прогнозных ресурсов:

требования к выделению (по содержанию компонентов, степени окисления или выветривания рудообразующих минералов, другим технологическим характеристикам) и оценке прогнозных ресурсов (статистически или в геометризованных контурах) промышленных (технологических) типов руд – окисленных, смешанных, сульфидных и др.

Дополнительные показатели:

максимальная глубина оценки прогнозных ресурсов;

возможный способ разработки (открытый, подземный, комбинированный, геотехнологический в естественном залегании руд), для открытой разработки – коэффициент вскрыши, который для эффективного освоения потенциального месторождения не должен превышать 10 $м^3/т$ (реже – 15 $м^3/т$).

В оценочных параметрах фигурирует содержание полезного компонента, если в рудах присутствует только он один или наряду с ним присутствуют относящиеся ко II и III группам попутные компоненты. И в оценочных параметрах фигурирует содержание условного полезного компонента, если в рудах наряду с основным присутствуют попутные компоненты, вклад которых в конечную товарную продукцию добывающего и перерабатывающего предприятия ниже основного компонента, но достаточно высок (нижний предел вклада определяется действующими нормативными документами от первых процентов до 10%).

В зависимости от металлогенического ранга объекта прогноза (категории прогнозных ресурсов), геолого-промышленного и рудно-формационного типа прогнозируемого месторождения, конкретных геолого-структурных особенностей, наличия геологических границ и предполагаемого характера распределения оруденения в рудных телах, наличия попутных полезных компонентов, горно-геологических условий возможной разработки, способа добычи и технологии переработки руд, экологических и законодательных ограничений оценочными параметрами устанавливаются только те из перечисленных показателей, которые необходимы для геолого-экономической оценки по укрупнённым показателям данного конкретного объекта цветных и благородных металлов.

В отдельных случаях при необходимости устанавливаются дополнительные требования к изученности минерального, химического и гранулярного состава руд и вмещающих пород, инженерно-геологических, гидрогеологических и других условий разработки, например, для подземного выщелачивания в скважинном варианте.

Принимаемые оценочные параметры, так же как и разведочные кондиции, должны отвечать комплексу современных требований в части: прогрессивных и ресурсосберегающих технологических схем разработки, обеспечения рационального использования недр и охраны окружающей среды, безопасных условий труда, максимальной производительности труда и высокой экономической эффективности. При выборе оценочных параметров необходимо в большей степени, чем для разведочных кондиций, ориентироваться на научно-технический прогресс в добыче и переработке руд, в том числе на применение геотехнологических способов извлечения основных и попутных полезных компонентов в естественном залегании руд, на увеличение глубины добычи подземным способом до 2000 м, открытым – до 700 м.

При локализации прогнозных ресурсов категории $\mathbf{P_3}$, реже $\mathbf{P_2}$ перспективными площадями и оценке их количества по аналогии без геометризации рудных тел состав оценочных параметров включает следующие показатели:

геолого-промышленный и рудно-формационный тип возможных месторождений;

количество основного полезного компонента;

содержание основного полезного компонента;

количество и содержание попутных полезных компонентов (для комплексных руд);

глубина прогноза.

Выбор этих показателей производится по аналогии с хорошо изученными объектами-эталонами обязательно того же металлогенического ранга, что и новая перспективная площадь с прогнозными ресурсами категории $\mathbf{P_3}$ или $\mathbf{P_2}$.

Прогнозные ресурсы полезных ископаемых, в том числе цветных и благородных металлов, по экономическому значению, исходя из практики апробации, целесообразно подразделять для раздельного учёта на кондиционные (экономические) и некондиционные. К первым относятся прогнозные ресурсы, дальнейшее изучение которых может привести в ближайшей обозримой перспективе к переводу их в запасы, разработка которых будет экономически эффективна в условиях конкурентного рынка при использовании техники, технологии добычи и переработки, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды.

«Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых», утверждённой приказом МПР РФ от 11 декабря 2006 г. № 278 и введённой в действие с января 2008 г., деление прогнозных ресурсов на кондиционные и некондиционные не предусмотрено. Однако, чтобы не потерять объекты, получившие отрицательную оценку на стадии регионального изучения и поисков, целесообразно вести их отдельный учёт как некондиционных прогнозных ресурсов. На практике возможно выделение трёх групп таких ресурсов:

1) отвечающие требованиям, предъявляемым к кондиционным прогнозным ресурсам, но лицензирование или геологоразведочные работы на которых на момент

оценки невозможны в связи с расположением объекта в пределах водоохранных зон, населённых пунктов, сооружений, сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы, истории и культуры;

2) отвечающие требованиям, предъявляемым к кондиционным прогнозным ресурсам, но лицензирование или геологоразведочные работы на которых на момент оценки нецелесообразны в связи с рядом горнотехнических, инженерно-геологических, гидрогеологических, экологических и других (неэкономических) причин;

3) среднее содержание полезного компонента (условного компонента) в прогнозных ресурсах ниже минимального содержания по объекту, предусмотренного оценочными параметрами, поэтому лицензирование или продолжение геологоразведочных работ в настоящее время экономически нецелесообразно по ряду причин (низкая цена полезного ископаемого, сложные условия разработки, отсутствие технологических схем переработки, глубина залегания и др.), но прогнозные ресурсы в дальнейшем могут быть переоценены и переведены в кондиционные в результате роста цен на металлы, появления новых технологий добычи и переработки руд.

Показатели для оценки некондиционных прогнозных ресурсов отдельно не устанавливаются, так как в отличие от запасов на одном и том же объекте, исходя из сложившейся практики апробации, кондиционные и некондиционные прогнозные ресурсы не локализуются одновременно. Объект в целом получает или положительную оценку, и все локализованные по нему прогнозные ресурсы относятся к кондиционным, или отрицательную – тогда прогнозные ресурсы относятся к некондиционным.

Некондиционные прогнозные ресурсы оцениваются раздельно в зависимости от оснований отнесения к той или иной группе.

При локализации прогнозных ресурсов способом аналогии содержание основного и попутных полезных компонентов (для комплексных руд) принимается равным содержанию в эталонном промышленном месторождении прогнозируемого геолого-промышленного типа. Это содержание априори отвечает требованиям промышленности, и прогнозные ресурсы по содержанию основного полезного компонента (или условного компонента) являются кондиционными. Но могут быть отнесены к некондиционным по другим, указанным выше в этом разделе, позициям. Количество прогнозных ресурсов основного и попутных компонентов (для комплексных руд) для отнесения к кондиционным при оценке способом аналогии не должно быть ниже значений, которые имеют промышленные месторождения-эталоны в сходных с рассматриваемым районом географо-экономических и горно-геологических условиях.

В ходе изучения перспективного геологического объекта обоснование оценочных параметров производится неоднократно, после завершения каждой стадии геологоразведочных работ на основе учёта совокупности таких факторов, как цена на основной и попутные полезные компоненты, географо-экономическое положение, особенности геологического строения, гидрогеологические, инженерно-геологические, горнотехнические условия, технологические свойства руд. При выборе оценочных параметров следует учитывать, что себестоимость добычи подземным способом существенно выше, чем открытым или геотехнологическими способами в естественном залегании руд. В результате оценочные параметры для подземной добычи существенно ужесточаются.

Исходя из практики проведения поисковых работ, оценочные параметры устанавливаются, в отличие от разведочных кондиций, также Техническим (геологическим) заданием при постановке геологоразведочных работ, в особенности за счёт средств федерального бюджета. Основной метод выбора оценочных параметров в Техническом (геологическом) задании – аналогия при весьма ограниченной геологической информации, которая имеется при постановке этих работ. Часто оценочные параметры Технического (геологического) задания ограничиваются весьма скудным набором показателей (только среднее содержание полезного компонента по объекту или бортовое содержание в пробе), непозволяющих провести адекватную оценку перспектив прогнозируемого объекта. По завершении работ установленные Техническим (геологическим) заданием оценочные параметры должны быть в обязательном порядке подвергнуты анализу на предмет достаточности состава их показателей и соответствия выявленным геологическим особенностям объекта прогнозирования и в случае отклонений или недостаточности набора показателей пересмотрены в указанном выше порядке (по аналогии или вариантными геолого-экономическими расчётами по укрупнённым показателям) с учётом конкретных результатов проведённых геологоразведочных работ.

При апробации прогнозных ресурсов цветных и благородных металлов довольно часто выявляются следующие недостатки определения оценочных параметров [1]. Большую сложность вызывает выбор оценочных параметров для локализации прогнозных ресурсов комплексных руд. В частности, при разработке и выборе оценочных параметров на содержание условного компонента не учитываются характер распределения в недрах и вклад в товарную продукцию возможного предприятия всех промышленно значимых полезных компонентов комплексных руд. Например, для колчеданно-полиметаллических, медно-колчеданных, полиметаллических, медно-порфировых объектов игнорирование наличия золота и серебра или недоизучение характера их распределения в рудах приводит к неправильному выбору основного компонента (которым зачастую являются именно золото или серебро, а не какой-либо из цветных металлов) и перечня попутных

компонентов, содержания которых участвуют в определении условного содержания, оставлению промышленных концентраций благородных металлов за контурами рудных тел и оценки прогнозных ресурсов.

В комплексных рудах неправильно выбирается основной компонент, к условному содержанию которого приводятся содержания других попутных полезных компонентов. Например, по результатам укрупнённой геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов по сумме категорий $\mathbf{P_1}$ и $\mathbf{P_2}$, проведённой при завершении поисковых работ, доля золота в товарной продукции комплексных руд составляет 48%, серебра − 26%, свинца − 24%, цинка − 2%. Вместо того, чтобы в качестве основного компонента взять золото, берётся цинк, и к его условному содержанию приводятся содержания трёх остальных металлов. Причина – неправильно определён геолого-промышленный тип прогнозируемого месторождения и неправильно выбрано месторождение-аналог для обоснования оценочных параметров: полиметаллическое вместо золото-серебряного. Некорректно определяются переводные коэффициенты для приведения содержания попутных компонентов к содержанию условного основного компонента, игнорируется необходимость применения показателя минимальное содержание попутного компонента, учитываемое при переводе в условный компонент.

Нельзя не отметить оценку золотоносной коры выветривания по модели россыпного объекта, когда между свободным и шлиховым металлом ставится знак равенства без учёта того, что не всё свободное золото шлиховое. Следствием чего является неправомерное использование при определении промышленной значимости прогнозных ресурсов коры выветривания районных кондиций для россыпей с более «мягкими» оценочными параметрами, чем традиционно применяемые при оценке коры выветривания.

Очень широко распространено применение неполного набора оценочных параметров для локализации прогнозных ресурсов, ограниченного только бортовым содержанием и минимальным содержанием полезного компонента по объекту. Не учитывается, что без максимальной мощности внутрирудного прослоя пустых пород и некондиционных руд, минимальной мощности рудного тела, минимального содержания полезного компонента в оконтуривающем пересечении локализация прогнозных ресурсов становится субъективной, неоднозначной и многовариантной.

Отсутствие требований к минимальной величине коэффициента рудоносности приводит к представлению в качестве потенциальных рудных тел минерализованных зон и участков с величиной коэффициента 0,0n−0,00n, являющихся по сути перспективными площадями.

Оценочные параметры часто не соответствуют особенностям распределения и локализации полезного ископаемого в недрах. Это происходит при «слепом» следовании Техническому (геологическому) заданию, когда при постановке геологоразведочных работ планируется один геолого-промышленный тип, а по их результатам выявляется другой, или планируется объект для открытой разработки, а получается для подземной. Такая же ситуация возникает в случае ошибок при определении геолого-промышленного типа прогнозируемого месторождения и способа его разработки. В комплексных рудах может полностью игнорироваться наличие какого-то металла (в том числе и благородных), дающего при этом основной вклад в товарную продукцию, если учёт этого металла не определён Техническим (геологическим) заданием.

Применяется оптимистическая геолого-экономическая модель локализованных по выбранным оценочным параметрам прогнозных ресурсов, основанная на занижении капитальных затрат на возможное освоение объекта и себестоимости добычи и переработки руд (за счёт неполного учёта расходных статей, завышения количества и качества минерально-сырьевой базы, занижения разубоживания и потерь, завышения извлечения полезных компонентов), чтобы показать кондиционную принадлежность прогнозных ресурсов при отсутствии инвестиционной привлекательности объекта.

Игнорируются результаты геолого-экономических расчётов по укрупнённым показателям при определении кондиционной принадлежности и при выборе оценочных параметров для локализации прогнозных ресурсов.

Таким образом, оценочные параметры для локализации прогнозных ресурсов являются аналогом разведочных кондиций, применяемых для подсчёта запасов. Но, в отличие от последних, обеспечивают не оптимальный вариант разработки месторождения, а только:

принятие решения о целесообразности продолжения геологоразведочных работ на объекте для получения в перспективе прироста запасов категории $\mathbf{C_2}$;

выбор первоочередных объектов для проведения геологоразведочных работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы и лицензирования.

При обосновании оценочных параметров в большей степени, чем кондиций, используется метод аналогии, а технико-экономические показатели рассчитываются по укрупнённым ориентировочным показателям. Отличаются оценочные параметры от кондиций также меньшим набором показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *К итогам* апробации состояния ресурсного потенциала алмазов, благородных и цветных металлов на 2016 г. по результатам поисковых работ / В.Б.Голенев, Ю.В.Ермакова, О.М.Конкина и др. // Руды и металлы. 2017. № 2. С. 7–16.
2. *Принципы*, методы и порядок оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых / Под ред. А.И.Кривцова. – М.: ЦНИГРИ, 2010.