

ПРИНЦИПЫ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В.И.ТЕРНОВОЙ

Геолого-экономическая оценка - не только важнейшая составная часть геологоразведочных работ, но и главное содержание, их смысл и сущность. Любой поиск, любая разведка должны завершаться определением количества и качества выявленных запасов минерального сырья, возможного годового объема добычи, необходимых капитальных вложений на строительство рудника, его экономической эффективности. Только на основе сравнения этих показателей по всем выявленным, разведанным и эксплуатируемым месторождениям можно выделить наиболее выгодные обществу объекты, определить последовательность их изучения и промышленного освоения. Таким образом, геолого-экономическая оценка выступает в качестве важнейшего средства экономии затрат на поиски и разведку месторождений, повышения их эффективности, в качестве основного инструмента планирования поисково-разведочных работ и горнорудного производства.

Геолого-экономическая оценка включает в себя следующие операции: обоснование кондиций, оконтуривание в соответствии с ними месторождения, подсчет запасов в пределах выделенных контуров, экономическую оценку подсчитанных запасов. В настоящей статье основной акцент уделен методике обоснования кондиций. Вопросы оконтуривания и подсчета запасов детально освещены в ряде обстоятельных монографий и здесь не рассматриваются.

Обоснование кондиций - дело сложное, ответственное и творческое.

Главное назначение кондиций - не только поиск условий, обеспечивающих техническую возможность и экономическую целесообразность добычи и переработки руд. Это прежде всего поиск оптимального варианта эксплуатации месторождения, обеспечивающего минимальные потери минерального сырья и ущерб окружающей среде и максимальную выгоду обществу. Обоснование кондиций всегда требует глубокого анализа совокупного влияния геологических факторов на способ и систему вскрытия месторождения, потери и разубоживание руды, себестоимость продукции рудника и другие его технико-экономические данные.

При обосновании кондиций производится и подсчет запасов. По сложным месторождениям нередко такой подсчет осуществляется неоднократно по вари-

антам бортового содержания, мощности рудного тела, мощности нерудных прослоев и т.д.

По варианту, признанному оптимальным, утверждаются кондиции и отчеты с подсчетом запасов.

Таким образом, все основные операции геолого-экономической оценки месторождения – обоснование кондиций, оконтуривание, подсчет запасов и их экономическая оценка – взаимообусловлены, органически неразрывны и производятся одновременно. Нельзя подсчитать запасы, не обосновав кондиции. Но для обоснования кондиций нужно точно знать способ разработки, годовую мощность рудника, сроки работы и его экономические показатели, что, в свою очередь, требует оконтуривания и подсчета запасов, их характеристики по пространственному положению и качеству.

Поиск оптимального варианта эксплуатации месторождения предусматривает широкое знание не только минерально-сырьевой базы, но и перспектив развития отраслей промышленности, изменения потребностей в полезном ископаемом, научно-технического прогресса в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Совокупное влияние этих факторов должно учитываться при разработке замыкающих затрат или перспективных цен на минеральное сырье, которые и служат базой обоснования кондиций на балансовые и забалансовые запасы.

Принципы (основы или руководящие начала) геолого-экономической оценки (ГЭО) в определенной мере созвучны или идентичны принципам поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (МПИ) и горного дела, так как в итоге их целевое назначение одно: в полной мере обеспечить растущие потребности общества в минеральном сырье при наименьших затратах труда и времени на конечный продукт.

Примениительно к разведке МПИ впервые принципы сформулированы В.М.Крейтером в 1940 г., затем наиболее полно В.М.Крейтером и В.И.Бирхковым [7], Е.О.Погребницким и В.И.Терновым [9]. Большой вклад в разработку принципов уже применительно к ГЭО внесли В.М.Борзунов [1], Н.А.Быховер [2], Т.А.Гатов [3], а также М.Н.Денисов, Н.А.Хрущов, А.Я.Кац, С.Я.Каганович и другие работники ВИЭМС Мингео СССР [10, 11]. Частично эти принципы учтены Инструкцией ГКЗ при СМ СССР [4] и Основами законодательства СССР и союзных республик о недрах [8].

Однако еще нередко некоторые авторы смешивают принципы с методами или частными задачами разведки и ГЭО. Например, Л.П.Кобахидзе выделяет [6] такие «принципы», как «максимально возможная достоверность», «сравнительный метод оценки» и им подобные. А.Б.Каждан выделяет два принципа разведки: аналогии и последовательных приближений [5].

Представляется полезным на основе личного опыта изучения карбонатитовых месторождений изложить свою точку зрения на принципы ГЭО. Эти принципы в отличие от таких экономических категорий, как цена, кондиции, промышленная руда и т.д., сравнительно постоянны и неизменны. Они не должны подменять действующее в настоящее время законодательство и государственное планирование.

Выделяется шесть основных принципов ГЭО.

1. Принцип максимального удовлетворения текущих и перспективных потребностей народного хозяйства в минеральном сырье. Геолого-экономическая оценка имеет всегда сравнительный, временный характер. Положительная или отрицательная оценка каждого конкретного месторождения в определенный отрезок времени зависит, с одной стороны, от потребностей народного хозяйства в данном сырье и, с другой, — от состояния минерально-сырьевой базы (от состояния баланса разведанных и подготовленных к эксплуатации запасов). Увеличение потребностей в общем случае приводит к необходимости промышленного освоения все худших месторождений. Вследствие этого положительную оценку получают месторождения, ранее рассматривавшиеся как непромышленные. Наоборот, открытие новых крупных богатых месторождений может вывести в разряд непромышленных месторождения, намеченные ранее для освоения. Существенную роль при оценке месторождений играет научно-технический прогресс в способах их разработки, обогащения и переработки минерального сырья. Современные научно-технические достижения позволяют систематически снижать затраты на производство минерального сырья, разрабатывать месторождения все более бедных руд, на больших глубинах, во все более сложных горнотехнических и гидрогеологических условиях или привлекать к промышленному использованию новые типы руд. Например, до недавнего времени кальцитовые карбонаты Ковдорского массива из-за постоянной примеси в них апатита считались непригодными для производства цемента. Затем были разработаны новые дешевые флотореагенты, почти полностью удаляющие апатит. В результате ковдорские карбонаты планируется использовать для получения двух концентратов: кальцитового для цемента и апатитового для производства удобрений.

2. Принцип последовательного приближения к полноте и достоверности оценочных показателей. Необходимость стадийности изучения рудопроявлений и месторождений общепризнана. Показатели оценки на всех стадиях — одни и те же, меняется лишь их назначение, полнота, степень детальности и достоверности. На стадии поисков показатели оценки нужны для того, чтобы из большого количества рудопроявлений отбраковать явно непромышленные, а из остальных выделить наиболее перспективные. Точность показателей оценки на этих стадиях должна быть достаточной, чтобы правильно наметить очередность изучения выделенных перспективных рудопроявлений, темпы и сроки проведения предварительной разведки. Весьма ответственна стадия предварительной разведки, в процессе которой необходимо однозначно определить промышленное значение месторождения, его роль и место в экономике соответствующей отрасли промышленности, наметить сроки и темпы его освоения. По данным предварительной разведки намечаются участки для проведения детальной разведки, определяются ее объемы и сроки. Показатели оценки на стадии предварительной разведки должны быть достаточно точны не только в целом для месторождения, но и для отдельных его частей, чтобы не было ошибок в выборе участков для детальной разведки. Точность показателей на стадии детальной разведки должна обеспечить безошибочное строительство рудника (правильный выбор структуры горнорудного предприятия; способ и систему разработки, шихтовки руды; типы, количество и мощность оборудования; режим

и трудоемкость всех операций по добыче и переработке минерального сырья и оперативное планирование эксплуатации (объемы работ вскрыше, добычу руды, обогащение, выпуск концентратов, расход материал. На стадии эксплуатации показатели оценки неизбежно уточняются, что обеспечивает постоянное совершенствование систем разработки, схем переработки сырья; реконструкции и расширение предприятия; выбор оптимального уровня потерь и разубоживания руды. От одной стадии к другой геологические представления о месторождении пополняются и уточняются. Соответственно корректируются и все расчеты. Именно в этом заключается суть данного принципа.

Принцип последовательного приближения полноте достоверности оценочных показателей полностью применим для обоснования кондиций.

Кондиции разрабатываются на всех стадиях изучения месторождений. На наш взгляд, необходима следующая последовательность обоснования кондиций: а) для проведения поисков; б) для проведения предварительной разведки (после завершения поисково-оценочных работ); в) для проведения детальной разведки (после завершения предварительной); г) для проектирования строительства рудника (после завершения детальной разведки); д) на стадии эксплуатационной разведки (могут пересматриваться неоднократно).

Кондиции для поисков МПИ — это своего рода модели месторождений, которые нужно искать, критерии, по которым в полевой обстановке можно отличать месторождения, заслуживающие дальнейшего изучения, от рудопроявлений. Таким кондициям отвечают так называемые «браковочные кондиции» ВЭМСа, разработанные под руководством Н.А.Хрущова.

Методика и примеры обоснования таких кондиций по ряду рудных полезных ископаемых хорошо обоснованы и опубликованы [10].

После завершения поисково-оценочных работ кондиции должны быть скорректированы с учетом индивидуальных особенностей месторождения и руд, территориально-отраслевых интересов и т.п. Их назначение — выбор месторождений или участков для проведения предварительной разведки. В процессе такой корректировки будут исключены значительные погрешности, свойственные «браковочным кондициям».

3. Принцип полного и комплексного использования недр. Запасы минерального сырья в недрах ограничены, следовательно, необходимо бережно его расходовать. Не менее важна и вторая сторона проблемы, заключающаяся в том, что комплексное использование месторождений является мощным средством концентрации горной промышленности, резкого уменьшения капитальных затрат, экономии затрат труда, времени и средств на разведку и добычу минерального сырья, более ускоренного расширения его производства. Отсутствие должной оценки комплексных месторождений приводит еще к огромным потерям концентратов, ценность которых нередко равна, либо даже превышает, ценность извлекаемого основного компонента.

Комплексная оценка месторождений обеспечит народное хозяйство дополнительными запасами минерального сырья, позволит продлить деятельность горнорудных предприятий, снизит потери минерального сырья из-за его производства и высвободит огромные капитальные средства. Следует подчеркнуть, что уровень потерь руды или отдельных полезных компонентов должен оцени-

ваться на стадии получения конечного продукта. Так, например, снижение бортового содержания полезных компонентов при оконтуривании нередко приводит к увеличению объема рудных тел и, соответственно, к увеличению запасов минерального сырья. Точно так же влияет увеличение максимальной мощности пустых и некондиционных прослоев, включаемых в подсчет запасов. Однако эти же факторы снижают качество руды, поступающей на обогатительную фабрику. Снижение потерь руды при добыче нередко вызывает повышенное ее разубоживание пустыми породами, что также снижает качество руды. Последнее обстоятельство часто является причиной повышенных потерь полезных компонентов при обогащении, снижения качества концентратов, что, в свою очередь, увеличивает потери при металлургическом переделе. Как известно, зависимость между величиной потерь и разубоживанием минерального сырья при добыче, так же как и зависимость потерь при обогащении и переделе от качества добытого минерального сырья, проявляется в самой разнообразной форме. Обычно снижение потерь при добыче сопровождается ростом разубоживания, увеличение же последнего обуславливает более высокие потери при обогащении.

Поэтому на ряде месторождений выгодно потерять часть запасов бедных руд при оконтуривании, тем самым обеспечить более высокое качество добываемой руды и соответственно более высокое извлечение полезного компонента при обогащении и переделе.

Ярким примером эффективного комплексного использования может служить проведенная с участием автора доразведка и переоценка Ковдорского магнетитового месторождения. На этом месторождении вплоть до 1977 г. из руд извлекался лишь один компонент — магнетит. Доразведка показала, что руды помимо магнетита содержат апатит и ряд других полезных компонентов. При годовой производительности рудника по руде в 10 млн. т рудник получает свыше 1 млн. т апатитового концентрата, содержащего 36% P_2O_5 , т.е. больше, чем на таком специализированном фосфатном комбинате, как Кингисеппский. При полном развитии комбината (18–20 млн. т руды в год) планируется получать около 2 млн. т апатитового концентрата. Годовая прибыль комбината только за счет апатита увеличивается более чем на 15 млн. руб. При этом, конечно, не нужно забывать, что страна получает весомую добавку остродефицитного сырья.

4. Принцип территориально-отраслевого освоения месторождения. Оценка отдельно взятого месторождения (объектная оценка) недостаточна. Необходим анализ состояния и развития отрасли в целом, выявление резервов для покрытия возрастающих потребностей промышленности за счет действующих предприятий и резервных месторождений. Только при групповой оценке в разрезе отрасли обеспечивается оптимальный вариант эксплуатации оцениваемого месторождения. Однако только отраслевой подход к ГЭО также недостаточен. Нужен территориальный, учитывающий возможности кооперации, интересы комплексного развития районов, освоение всех природных богатств, создание высокоэффективного территориально-производственного комплекса (ТПК).

Принцип территориально-отраслевого обоснования особенно ярко может быть проиллюстрирован опытом промышленного освоения месторождений Ковдор-

ского карбонатитового массива. Например, на этом массиве открытым способом эксплуатируется флогопитовое месторождение. Вскрыша флогопитовых руд глубиной до 50-100 м представлена корой выветривания, в которой флогопит гидратизирован и превратился в вермикулит. Таким образом, здесь имеется два месторождения - вермикулита в коре выветривания и флогопита в ниже-лежащих неизмененных породах.

Для вермикулитового месторождения в отдельности предусмотрены следующие кондиции: а) минимальное промышленное содержание вермикулита в подсчетном блоке - 8%; б) бортовое содержание - 4%.

Огромная масса руд с содержанием вермикулита 5-7% была отнесена за баланс, хотя значительная часть их, как было установлено позднее, неизбежно как вскрышные породы будет добываться при развитии флогопитового карьера. Выбрасывание их в отвалы не оправдано, так как себестоимость их добычи практически равна нулю, а себестоимость обогащения составляет всего 60% себестоимости добычи. Простые расчеты показывают, что промышленная переработка этих руд экономически даже более выгодна, чем формально "балансовых" руд. Ясно, что разработка кондиций на эти месторождения должна производиться одновременно. К ней надо подходить с точки зрения интересов всей отрасли. Только на основе анализа совокупных затрат и извлекаемой ценности на обоих месторождениях может быть найден оптимальный вариант их эксплуатации.

При освоении Ковдорского рудного узла в целом, где на сравнительно небольшой площади выявлено уже 6 месторождений (вермикулитовое, флогопитовое, апатит-магнетитовое, магнетит-apatитовое - так называемые "маложелезистые руды", апатит-франколитовое и кальцитовых карбонатитов) и где сплелись интересы четырех отраслей промышленности (строительных материалов, черной металлургии, химической и редких металлов), только отраслевой подход к оценке уже недостаточен. Нужен и территориальный. Кооперирование различных отраслей промышленности при строительстве дорог, жилья, культурно-бытовых предприятий, водоводов, ТЭЦ, ЛЭП, ремонтно-вспомогательных предприятий способствует существенному снижению капитальных затрат. Анализ предпроектных разработок и хозяйственной деятельности двух действующих комбинатов в пределах Ковдорского рудного узла (apatит-магнетитового министерства черной металлургии и вермикулит-флогопитового министерства строительных материалов) показывает, что при совокупном освоении двух территориально сопряженных месторождений капитальные затраты на каждое из них снижаются на 25%, трех - на 40%, четырех - на 50%, пяти - на 55%.

5. Принцип минимальных затрат труда, времени и средств на производство минерального сырья и получения максимального экономического эффекта. Это ведущий принцип ГЭО. Его соблюдение обеспечивает ускоренное развитие производительных сил общества, разумное их расходование. "Достижение в интересах общества наибольших результатов, - записано в программе КПСС, - при наименьших затратах - таков непреложный закон хозяйственного строительства" (М., Политиздат, 1976, с.86).

Естественно, что при получении максимального эффекта следует ориентироваться на конечный продукт. Например, магнетитовый концентрат Ковдор-

ского карбонатитового месторождения обходится несколько дороже концентрата Оленегорского месторождения железистых кварцитов. Однако шихта ковдорского концентрата с оленегорским обеспечивает существенное снижение расхода флюсового известняка из-за примеси в нем магния и кальция и отсутствия примеси кремнезема. За счет этого себестоимость чугуна ниже, чем в том случае, если бы для его получения использовали только оленегорский концентрат.

Из этого принципа вытекают и основные критерии оценки: а) годовой объем производства минерального сырья; б) максимальная прибыль в ближайшее время; в) максимальный уровень рентабельности; г) минимальные капитальные вложения; д) минимальные сроки освоения; е) минимальный вред окружающей среде. Из этих критериев следует особо остановиться на максимальной прибыли и максимальном уровне рентабельности.

В методике геолого-экономической оценки рудных месторождений, разработанной в ВИЭМСе под руководством Н.А.Хрудова и А.Я.Каца [10], справедливо отмечается, что эти критерии являются ведущими. Принципиально правильно в методике указывается, что оптимальный вариант эксплуатации месторождения или оптимальное месторождение в ряду себе подобных – это такой вариант или такое месторождение, которые обеспечивают суммарную максимальную прибыль (ренту) за весь срок эксплуатации месторождения при коэффициенте рентабельности не ниже нормативного, причем величина ренты определяется с учетом фактора времени. Нетрудно доказать, что суммарная максимальная прибыль, рассчитанная с учетом фактора времени, обеспечивается при условии максимальной прибыли в ближайшее время.

Хотелось бы подчеркнуть, что полагаться только на эти критерии во всех случаях было бы неправильно. Необходим учет и других критериев: объема капитальных вложений, сроков освоения месторождений и вредных последствий при эксплуатации. Следует иметь в виду, что многие высокоэффективные месторождения из-за больших, пока неподсильных отрасли капитальных вложений приходится относить к разряду резервных.

6. Принцип охраны природы. Бурное развитие мировой горной и металлургической промышленности на фоне роста народонаселения объективно приводит к значительному ущербу окружающей среде: загрязнению водоемов, атмосферы, порче сельскохозяйственных угодий, леса, ландшафта, нарушению водного режима, климата, экологического равновесия, сложившегося миллионы лет назад и являющегося основой существования человека. Если до недавнего времени деятельность человека еще не сказывалась на природных процессах, то в наши дни она уже сравнима по своим масштабам с геологическими явлениями, чреватыми катастрофическими последствиями. Чисто потребительское отношение к недрам и природе становится невозможным.

В нашей стране, как нигде в мире, охрана окружающей среды является важнейшей заботой правительства и хозяйственных органов. Свидетельством этого служат постановление ЦК КПСС и СМ СССР 1972 г. "Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов", принятые Верховным Советом СССР в 1968 г. Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик, в 1970 г. Основы водного законодательства и в 1975 г.

Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах. Уделяя большое внимание сокращению потерь полезных ископаемых при добыче, обогащении и переработке, комплексному использованию руд, утилизации отвалов рудников, хвостов обогатительных фабрик, шлаков металлургических заводов, основы законодательства о недрах предусматривают развернутую программу охраны окружающей среды. В соответствии с принятым законодательством вопросы охраны окружающей среды в СССР поставлены на плановую основу. В государственных планах развития народного хозяйства, начиная с 1975 г., предусматриваются специальные задания по полноте извлечения полезных ископаемых, мероприятия по комплексному использованию, очистке отходов производства сточных вод, улавливании пыли и газов с утилизацией улавливаемых веществ.

Законом Верховного Совета СССР о недрах предусмотрено повышение ответственности всех природопользователей за полноту и комплексность разработки недр, за охрану окружающей среды.

Важно отметить, что в этом законе повышается ответственность геологов за достоверность подсчета запасов, за всестороннее комплексное изучение руд, за весь комплекс исследований, обеспечивающий оптимальное использование минерального сырья и охрану природы. Законодательство о недрах ориентирует на усиление геолого-экономических исследований. Большое внимание в нем уделяется сохранению земельного фонда и предотвращению нарушения сложившегося за тысячелетия природного комплекса не только непосредственно на рудных, но и на прилегающих площадях. Законом обусловлена обязательность рекультивации земель, нарушенных в процессе разработки месторождений, восстановление гидрогеологического режима и микроклимата. Соответственно, при оценке новых месторождений необходимо обосновать оптимальный вариант эксплуатации месторождения, предусматривающий минимальный ущерб окружающей природе и минимальные вредные последствия добычных работ, обогащения руд и их металлургического передела. Необходимо давать денежную и социальную оценку ущерба природе и обществу при эксплуатации месторождения. Необходимо сопоставление затрат на восстановление природы и получаемого дохода, отказ от разработки месторождения в тех случаях, когда она связана с необратимыми вредными для общества последствиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борзунов В.М. Геолого-промышленная оценка месторождений нерудного минерального сырья. М., Недра, 1972, 272 с.
2. Быховер Н.А. Экономика минерального сырья. М., Недра, 1967, 368 с.
3. Гатов Т.А. Экономическая оценка месторождений цветных металлов. М., Недра, 1975, 212 с.
4. Инструкция о содержании и порядке представления на утверждение в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР технико-экономических обоснований кондиций для подсчета запасов полезных ископаемых. М., Недра, 1976, 33 с.
5. Каждая А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1977, 327 с.

6. Кобахидзе Л.П. Экономика геологоразведочных работ. М., Недра, 1973, 304 с.

7. Крейтер В.М., Бирюков В.И. Принципы разведки месторождений полезных ископаемых. М., 1957, 21 с. [Б-ка Научно-техн. горного о-ва. Сер. геол. Вып. 2].

8. Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах. - М., Известия, 1975, 39 с.

9. Погребницкий Е.О., Терновой В.И. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Л., Недра, 1974, 286 с.

10. Рекомендации по методике оценки месторождений молибденовых вольфрамовых и медно-порфировых руд на стадии поисково-разведочных работ. М., изд. ВИЭМС, 1974, 48 с. Авт.: Н.А.Хрушов, Ю.И.Королев, И.Б.Стернина, В.В.Поспелов, Л.А.Болотов.

11. Хрушов Н.А. Методы экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых. М., Недра, 1975, 40 с.