

УДК 553.44

Г. А. МКРТЧЯН, Г. А. МУХСИ-ОВЕЯН

СТАДИЙНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРИБЛИЖЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАТРАТ НА РАННИХ ЭТАПАХ ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

В статье рассматриваются общий порядок и источники финансирования изучения недр. Приведены способы определения годовой производительности карьера (рудника), приближенной оценки удельных и капитальных затрат на строительство и эксплуатацию горного предприятия. Рассмотрен также принцип дисконтирования инвестиционных проектов.

Изучение недр на любой стадии геолого-разведочных работ должно содержать экономическое обоснование. По завершению исследования объект, представляющий промышленный интерес, рекомендуется для дальнейшего изучения или признается не заслуживающим освоения.

Основным результатом работ на начальной стадии изучения является оценка перспектив рудопроявления (месторождения) с подсчетом запасов и ресурсов (привязка к запасам). Расчеты технико-экономических показателей этой стадии носят приближенный характер и основываются на геологических аналогиях с детально разведанными и эксплуатируемыми объектами. Сравнительная точность оценки экономических показателей низкая и находится в пределах $\pm(30-50)\%$. Материалы стадии поисков и расчеты оформляются в виде технико-экономических расчетов и технико-экономических соображений.

На стадии оценки, когда разрабатываются временные разведочные кондиции и составляется технико-экономический доклад о целесообразности инвестиции, точность расчетов повышается до удовлетворительного уровня – 10–20%. В развитых горно-промышленных странах стадия экономической оценки месторождения определяется термином «Pre-Feasibility», что по смыслу соответствует понятию «предварительная оценка осуществимости проекта». Экономические расчеты по результатам детальной разведки, технико-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций выполняются с повышенной точностью 5–10%. На стадии подготовки месторождения к освоению составляется технический проект строительства предприятия, где точность экономических расчетов достигает 3–4%. Это необходимо для финансирования проекта банком.

Современные требования к детальности геологического изучения и экономической оценки месторождений полезных ископаемых от ранних стадий до поздних (технопроект) приложимы к общему принципу последовательных приближений, заложенных в основу стадийности геолого-разведочных работ.

Схема стадийности изучения недр, рекомендованная ООН для применения в развивающихся странах и действующая в Российской Федерации и в большинстве стран СНГ, имеет следующую структуру (табл. 1).

Таблица 1

Стадии изучения недр		Объект изучения	Цель изучения
ООН	РФ и страны СНГ		
1. Рекогносцировка (recognition)	1. Региональное геологическое изучение	Геологические области, районы	Системное геологическое изучение и составление карт
2. Поиски (prospecting)	2. Поисковые работы	Перспективные зоны структуры, бассейны, районы, рудные поля и их части	Выявление месторождений
3. Общие исследования (general exploration)	3. Оценка месторождений	Месторождение	Оценка целесообразности освоения
4. Детальные исследования (detailed exploration)	4. Разведка	Месторождение (горный отвод) или его части	Подготовка к освоению и добыче
	5. Эксплуатационная разведка		

Примерно такая же схема действует в большинстве развитых горно-промышленных стран мира. Рассмотрим вкратце задачи и источники финансирования стадий геологического освоения месторождений согласно приведенной схеме.

Региональные геологические, геофизические и гидрогеологические исследования, как правило, включают соответствующее специализированное картирование мелкого и среднего масштабов (1:1000000–1:200000). Карты этих масштабов выполняются по инициативе правительственных структур за счет бюджетных ассигнований.

Геологической съемкой масштаба 1:50000 или 1:25000 устанавливаются границы перспективных зон, площадей и участков, определяется природа геохимических, геофизических аномалий посредством проходки поверхностных горных выработок и одиночных скважин. Источниками финансирования этих работ являются госбюджет и, возможно, средства недропользователя.

Для **поиска** месторождений выполняются карты в масштабе 1:25000–1:10000, который выбирается в зависимости от размера площади, типа оруденения, вида залежи полезного ископаемого. Работы на этой стадии ведутся на локальных участках поверхностными горными выработками и бурением скважин. Финансирование осуществляется из тех же источников, что и работы предыдущей стадии.

Оценка месторождений выполняется методом геологической съемки крупного масштаба 1:25000–1:10000 для установления площадей, зон про-

мышленно значимых источников полезных ископаемых с последующим вовлечением объекта изучения в отработку. Рудные зоны, тела в основном вскрываются буровыми скважинами, а при сильно расчлененном рельефе местности могут быть заданы выработки типа штолен с последующим их использованием при эксплуатации. Финансирование работ на стадии оценки осуществляется за счет инвесторов на условиях риска.

Задачами стадии **разведки** являются доказательство наличия месторождения и получение достоверной информации для проектирования разработки месторождения в целом или отдельного участка в пределах горного отвода. Точность оценки качества и количества полезного ископаемого в недрах должна обеспечить минимальный уровень экономического риска, т.е. ниже запланированной рентабельности производства. Финансирование стадии разведки может быть осуществлено из разных источников: а) из средств недропользователя (фирмы); б) от продажи проекта крупным фирмам или на условиях раздела продукции, за счет части будущей прибыли или роялти; в) созданием акционерного капитала и привлечением банковских краткосрочных или долгосрочных кредитов. Финансирование горных проектов может быть и комбинированным.

Эксплуатационная разведка проводится в течение всего времени разработки месторождения. Ее основная цель – обслуживание добычных работ, обеспечение текущего и перспективного планирования, контроль за рациональным использованием запасов, учет потерь и разубоживания и др. Затраты эксплуатационной разведки включаются в себестоимость производства.

На стадиях разведки и эксплуатации осуществляется оптимальный выбор участка месторождения с наилучшими параметрами оруденения, обеспечивающими высокую экономическую эффективность эксплуатации. Такой подход продиктован заинтересованностью инвестора в получении максимальной прибыли на начальном этапе разработки месторождения для расчета за кредиты на строительство горно-обогатительного комплекса.

Экономическая оценка конкретного месторождения выполняется с учетом следующих основных показателей: запасов, качества полезных ископаемых, горно-технических, географо-экономических, гидрогеологических условий нахождения, технологических свойств сырья, сбыта выпускаемой продукции, экологических аспектов будущей разработки объекта.

Объем продукции, в первую очередь, определяется спросом рынка и годовой производительностью предприятия. Оптимальная годовая производительность оценивается объемом запасов минерального сырья, и как функция последних определяется срок существования горного предприятия и его экономическая приемлемость.

Оптимальная годовая производительность предприятия на ранних стадиях оценки может быть определена по следующим эмпирическим формулам [1]:

а) для открытого способа разработки

$$\lg A = 0,76 + 0,743 \lg Q, \quad \lg Q = 1,045 + 1,341 \lg A;$$

б) для подземной разработки

$$\lg A = 1,059 + 0,762 \lg Q, \quad \lg Q = 1,385 + 1,309 \lg A,$$

где A – годовая производительность, млн. t /год; Q – запасы сырья (руды) в недрах, млн. t .

Известны также другие эмпирические зависимости, по которым на ранних стадиях оценки можно определить оптимальную производительность предприятия [2, 3].

Срок существования предприятия определяют с учетом потерь и разубоживания. На открытых горных работах они в среднем равны 5%, при подземной разработке жил и жилообразных рудных тел потери составляют 6–8%, разубоживание – от 15 до 30–50%. Для конкретных объектов оценки величины потерь и разубоживания принимаются равными соответствующим значениям для аналогичных разрабатываемых месторождений со сходными горно-геологическими и инженерно-геологическими условиями. В соответствии с принятыми значениями потерь и разубоживания срок существования предприятия устанавливается по формуле:

$$T = Q(1 - n) / A(1 - p),$$

где T – расчетный срок существования предприятия (год), n, p – соответственно величины потерь и разубоживания сырья при добыче (доли единицы).

На всех стадиях оценки месторождения технико-экономические расчеты выполняются по схеме, состоящей из разделов: 1) геологическая оценка – подсчет запасов и средних параметров оруденения; 2) технико-экономическая оценка – расчет годовой производительности предприятия, себестоимости производства и капитальных вложений, объема товарной продукции, сроков существования горного предприятия и окупаемости капитальных затрат; 3) менеджерская оценка – приемлемые с экономической точки зрения способы и условия финансирования проекта освоения месторождения и реализации продукции; 4) экономическая оценка – расчет будущих денежных потоков, их дисконтирование, оценка финансового риска. Пороговыми, критическими значениями риска проекта могут служить: чистый дисконтированный доход, равный нулю, индекс доходности, равный единице, и внутренняя норма доходности, равная принятой минимальной ставке на капитал.

Принцип дисконтирования при оценке инвестиционных проектов заключается в определении цены времени от момента финансирования на освоение месторождения до момента получения дохода. Суть метода дисконтирования подробно освещена в литературе [2–5] и др.

Процедура расчета чистого дисконтированного дохода (ЧДД) сводится к приведению денежного потока разновременных затрат (отток) и доходов (приток) к начальному периоду оценки, определению чистой современной стоимости проекта (месторождения). Величина дисконтированного дохода рассчитывается по формуле:

$$\times \ddot{A} \ddot{A} = \ddot{A}_a \frac{(1 + E)^t - 1}{(1 + E)^t E},$$

где \ddot{A}_a – среднегодовой доход, E – ставка дисконтирования (банковская ставка, доля единицы), t – период времени (год).

Денежный поток рассчитывается, как правило, не более чем на 10–12 лет, если это позволяют экономические запасы месторождения. Оценка

дохода на более отдаленный срок лишена практического смысла в связи с его убыванием по экспоненциальной функции $\hat{E} = 1/(1 + E)^t$, где \hat{E} – коэффициент дисконтирования. Из этого следует, что с наибольшей точностью должны быть просчитаны денежные потоки на период не более 10–12 лет. Естественно, инвестора в первую очередь интересует быстрый возврат суммы капитальных вложений, т.е. сроки, в течение которых общая сумма годовых дисконтированных доходов превзойдет начальные вложения капитала. Отсюда и стремление недропользователей в первую очередь разрабатывать легкодоступные участки месторождений с высоким качеством сырья, что обеспечит скорейший возврат капитала и погашение кредита.

Таблица 2

Укрупненные нормативы удельных затрат капитальных вложений для открытой и подземной разработки рудных месторождений с обогащением сырья флотацией

Производительность, тыс. т		Удельные капитальные вложения, доллар/т			
Способ разработки		карьер	рудник	карьер и обогат. фабрика	рудник и обогат. фабрика
открытый	подземный				
1000	100	6,57	14,00	9,90	20,78
1300	200	6,50	13,36	9,81	19,72
2000	300	6,41	12,75	9,69	18,70
2500	400	6,33	12,09	9,59	17,62
3000	600	6,25	10,82	9,49	15,53
4000	800	6,09	9,55	9,29	13,43
5000	1000	5,94	8,28	9,09	11,61
7000	1200	5,62	7,01	8,69	10,32
14000	–	4,52	–	7,30	–

Таблица 3

Укрупненные нормативы удельных эксплуатационных затрат для открытой и подземной разработки рудных месторождений с обогащением сырья флотацией

Производительность, тыс. т		Удельные эксплуатационные затраты, доллар/т			
Способ разработки		карьер	рудник	карьер и обогат. фабрика	рудник и обогат. фабрика
открытый	подземный				
1000	100	2,0	17,33	5,98	24,39
1300	200	1,97	16,69	5,92	23,31
2000	300	1,90	16,05	5,82	22,23
–	400	–	15,41	–	21,16
3000	600	1,81	14,10	5,67	18,98
4000	800	1,71	12,86	5,51	16,86
5000	1000	1,62	11,58	5,36	15,56
7000	–	1,42	–	5,05	–
14000	–	0,77	–	3,98	–

На начальных стадиях оценку капитальных и эксплуатационных затрат на строительство карьера (рудника), обогатительной фабрики с производственной инфраструктурой определяют в удельном исчислении, используя способ регрессивных уравнений. Зависимость затратных показателей от про-

изводительности горно-обогатительного комплекса удовлетворительно описывается линейной функцией.

Параметры регрессии рассчитываются на основании анализа и усреднения технико-экономических показателей действующих предприятий с одинаковым технологическим циклом с использованием нормативных и справочных материалов. Удельные исчисления выполняются в расчете на 1 *m* годовой производительности для открытого и подземного способов разработки и фабричного передела минерального сырья. Безусловно, полных аналогов по всем показателям геолого-экономической модели не существует, и точность данного способа оценки зависит от наибольшего подобия характеристик аналога (количества и качества запасов, масштаба добычи и переработки, других параметров). Величины капитальных вложений и эксплуатационных затрат, приведенные в табл. 2, 3, разработаны для среднеблагоприятных условий, которые характеризуются следующими основными моментами:

- территории объектов оценки находятся на отметках ниже 2000 м;
- железнодорожные линии и шоссейные дороги с ответвлениями высоковольтной линии электропередачи проходят в радиусе 15–20 км от объекта оценки;
- глубина возможной отработки месторождения находится в пределах 250–300 м;
- для открытого способа добычи коэффициент вскрыши находится в пределах 2,5–3,0 *m/m*, коэффициент рудоносности 0,7–0,8;
- для подземного способа добычи мощность рудных тел – 2–6 м, углы падения – менее 20 и более 800°;
- ожидаемый водоприток в подземные выработки – до нескольких сотен кубических метров в час.
- отчуждаемые территории под строительство горно-обогатительного комплекса не используются для сельскохозяйственных целей, лишены лесного покрова.

При отклонении фактических условий конкретного оцениваемого объекта от среднеблагоприятных к показателям затрат применяются соответствующие поправки [4].

Значения удельных капитальных и эксплуатационных затрат при разных способах добычи и обогащении руды флотацией (табл. 2, 3) достаточно близки к расчетным показателям конкретных объектов оценки и могут быть рекомендованы к использованию по версии ООН на третьей стадии изучения недр.

Кафедра поиска и разведки месторождений полезных ископаемых

Поступила 28.09.2006

ЛИТЕРАТУРА

1. **Սլրադայան Հ.Հ.** Հանրապետության երկրաբանատնտեսական գնահատումը որոնման փուլում (մեթոդական ձեռնարկ): Եր., ԵՊՀ հրատ., 2006.
2. **Пожарицкий К.Л.** Экономическая оценка месторождений как мероприятие в борьбе с потерями. М.: Изд-во ГОСИНТИ, 1964.

3. **Гудалин Г.Г.** Предпроектная экономическая оценка рудных месторождений. М.: Недра, 1967.
4. **Шумилин М.В.** Геолого-экономические основы горного бизнеса. М.: Изд-во РИЦ ВИМС, 1998, вып. 3.
5. **Мкртчян Г.А., Мовсесян Р.С.** – Известия НАН РА. Науки о Земле, 2003, т. LVI, № 2.

Հ. Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Գ. Ա. ՄՈՒՔՍԻ-ՆՈՎԵՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՓՈՒԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԵՎ ԾԱԽՍԵՐԻ ՄՈՏԱՎՈՐ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ ԸՆԴԵՐՔԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում ներկայացված են ընդերքի ուսումնասիրման ընդհանուր կարգը և ֆինանսավորման աղբյուրները: Բերված են բացահանքի (հանքի) տարեկան արտադրողականության որոշման մեթոդները և ձեռնարկության շինարարական ու կապիտալ և շահագործողական ծախսերի մոտավոր գնահատումը:

H. H. MKRTCHYAN, G. A. MUKHSY-OVEYAN

STAGING OF DEPOSITS' ECONOMIC ASSESSMENT AND ROUGH
SHOWINGS OF EXPENSES IN THE EARLY STAGES OF MINERAL
RESOURCES' EXPLORATION

Summary

The general order and financing sources of mineral resources' exploration, as well as methods of calculation of capital and operational expenses for the mining factory construction and reserves processing are considered in this article.