

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

NEW APPROACHES TO ESTIMATION OF ECONOMIC DEVELOPMENT EFFICIENCY OF FIELD GROUP DEPOSITS DEVELOPMENT OF METAL MINERALS

Рейшахрит Е.И., Кабиров В.Р.

Reishakhrit E.I., Kabirov V.R.

В статье рассмотрены новые подходы к разработке группы месторождений металлических полезных ископаемых как единого производственного комплекса, с учетом геологических и организационно-экономических факторов месторождений. Дана экономическая оценка эффективности разработки группы месторождений с использованием инвестиционных показателей проекта, адаптированных к особенностям оцениваемого объекта. Применение данных подходов позволяет повысить экономическую и инвестиционную привлекательность месторождений, расширить границы и потенциал минерально-сырьевой базы горной промышленности Российской Федерации.

New approaches of field deposits development of metal minerals as indivisible industrial complex which are based on geological, economic and organization factors are described in the article. The economic efficiency assessment is given for field deposits development using investment indexes, adapted to specific features of an object. Application of these approaches helps to improve the economic and investment attractiveness of deposits, expand the scope and potential of mineral resources base for mining industry of the Russian Federation.

Ключевые слова: внутренняя норма доходности, группа месторождений, месторождения металлических полезных ископаемых, металлогения, оптимизационная модель, срок окупаемости, ставка дисконтирования, экономико-геологический кластер.

Keywords: internal rate of return, group of deposits, deposits of metal minerals, metallogeny, optimization model, payback period, discount rate, economic-geological cluster.

Введение

Значительное истощение запасов и ухудшение качества руды эксплуатируемых месторождений, превышение прироста объемов добычи рудных полезных ископаемых над приростом запасов, увеличение импорта по ряду стратегических и дефицитных металлов обусловили возникновение ряда проблем в минерально-сырьевом комплексе, требующих безотлагательного решения.

Факторы влияния

На процесс развития и освоения российской минерально-сырьевой базы существенное влияние оказывают следующие взаимосвязанные факторы:

- неравномерность распределения запасов и объектов добычи;
- зависимость эффективности освоения месторождений от инфраструктуры;
- влияние рыночных условий на эксплуатацию месторождений;
- сосредоточение большей части запасов и добычи в небольшом числе месторождений для многих видов полезных ископаемых;
- частая не востребованность крупных по запасам месторождений;
- удаленность объектов добычи от объектов переработки и потребления.

Перечисленные факторы в полной мере характеризуют процесс развития и МСБ металлических полезных ископаемых, отражая слабые стороны, такие как значительный территориальный разброс месторождений, низкий уровень развития инфраструктуры, значительная концентрация полезных ископаемых в пределах небольшого количества месторождений и низкое качество руд. Все это связано с медленно растущим рынком и формирует значительные проблемы развития остальных комплексов металлических полезных ископаемых [3].

Для изменения сложившейся ситуации, вовлечения в разработку месторождений, отнесенных в настоящее время к нерентабельным, повышения их инвестиционной привлекательности необходимо принимать ряд организационно-экономических мер, направленных на повышение объема запасов сырья и вовлечение в производство менее инвестиционно-привлекательных месторождений.

Одним из направлений улучшения сложившейся ситуации в МСБ месторождений металлических полезных ископаемых является совершенствование методов оценки месторождений. По нашему мнению, при оценке достаточно близко расположенных месторождений необходимо в качестве объекта оценки рассматривать не каждое отдельное месторождение, а группу месторождений. При этом следует учитывать такую геологическую особенность месторождений металлических полезных ископаемых, как рудоконцентрация.

Учитывая данную геологическую особенность, возможность использования передовых и современных технологий добычи и переработки сырья, предлагаемый новый подход к экономической оценке месторождений в группах позволит повысить инвестиционную привлекательность «неперспективных» месторождений, а также промышленный интерес к их освоению в настоящее время и в будущем.

Группа месторождений в общем определении - это некоторое количество месторождений, объединенных рядом каких-либо общих признаков, формирующих группу. Критериями для формирования группы месторождений должны служить признаки, характеризующие месторождения.

Главной характеристикой промышленной ценности и самого месторождения служат три группы факторов: социально-экономические, горно-геологические и экономико-географические [2].

Группа социально-экономических факторов включает: а) значение полезного ископаемого и получаемого продукта для народного хозяйства страны; б) степень обеспеченности страны данным видом полезного ископаемого.

Экономико-географические факторы характеризуют: а) природные и экономические условия района месторождения; б) удаленность от потребителя; в) энергетические и транспортные условия;

г) уровень обжитости района; д) водный режим; е) наличие базы других полезных ископаемых и материалов.

Горно-геологические факторы определяют: а) масштаб горнорудного предприятия; б) горнотехнические условия разработки месторождения; в) технологические схемы производственного процесса переработки полезного ископаемого. Данная группа факторов включает также важнейшую информацию по характеристике месторождения: качество полезного компонента, содержание полезных компонентов и их запасы, морфологию, строение условия залегания и скопления полезных ископаемых, технологические свойства минерального сырья и горно-геологические условия эксплуатации месторождения.

Формирование группы месторождений

Объединение всех факторов дает наиболее полную характеристику конкретного месторождения и определяет его производственную ценность. Учет этих же групп факторов и принципов должен лежать в обосновании эффективности разработки группы месторождений, но с учетом эффекта масштаба и возникновения ряда дополнительных элементов и факторов.

Месторождения, относящиеся к одной металлогенической зоне, обладают схожими рудными формациями и в значительной степени локализованы. Эта особенность позволяет рассматривать группу месторождений как единый объект оценки. Внутри металлогенической провинции количество разнообразных рудных формаций обуславливает количество подгрупп. Образованные подгруппы представляют собой сгруппированные однотипные месторождения, минералогический состав руд которых близок друг к другу и для которых может быть применена общая система переработки и обогащения руд.

Такая структура группы территориально сближенных позволяет рассматривать их в качестве основы для создания экономико-геологического кластера.

При формировании «экономико-геологического кластера» (ЭГК) необходимыми геологическими условиями являются:

- принадлежность месторождений к одной металлогенической провинции;
- расположение месторождений в пределах одного крупного геологического объекта (узел, район);
- возможность образования внутри кластера подгрупп месторождений схожих и различных рудных формаций.

Расчет расположения производственных комплексов

Алгоритм формирования экономико-геологического кластера основан на двух критериях: максимально возможное расстояние (R_x) для транспортировки руды из каждого месторождения до обогатительного комплекса; минимально необходимое количество производственных комплексов для группы месторождений.

Расчет показателя оптимального расположения обогатительных комбинатов проводится на основе оптимизационной экономико-математической модели (формула 1).

$$\left\{ \begin{array}{l}
 K_{уд.затрат} = 1 - K_{уд.затр.об} \rightarrow \max \\
 1 - K_{уд.затр.об} = 1 - \frac{C_{доб} + C_{уср} + C_{подг} + r_x \times Z_{тр\ 1\ км} + C_{пр} + \sum_{i=1}^n Z_{обог}^i + Z_{транс\ узел}}{\sum_{i=1}^n C_{конц}^i} \\
 \min(r) \leq r \leq \max(r) \\
 \frac{C_{доб} + C_{уср} + C_{подг} + r_x \times Z_{тр\ 1\ км} + C_{пр} + \sum_{i=1}^n Z_{обог}^i + Z_{транс\ узел}}{\sum_{i=1}^n C_{конц}^i} \leq 1 \\
 r_x \rightarrow \min \\
 R_x = \frac{(1 - K_{уд.затрат}) \times \sum_{i=1}^n C_{конц}^i - (C_{доб} + C_{уср} + C_{подг} + C_{пр} + \sum_{i=1}^n Z_{обог}^i + Z_{транс\ узел})}{Z_{тр\ 1\ км}} \\
 \min R \leq R \leq \max R \\
 \frac{(1 - K_{уд.затрат}) \times \sum_{i=1}^n C_{конц}^i - (C_{доб} + C_{уср} + C_{подг} + C_{пр} + \sum_{i=1}^n Z_{обог}^i + Z_{транс\ узел})}{Z_{тр\ 1\ км}} \geq 0
 \end{array} \right. \quad (1)$$

Модель позволяет определить максимальное возможное расстояние (R_x) для транспортировки руды из каждого месторождения до обогатительного комплекса без экономического ущерба ($K_{уд.затрат}$) для разработчика месторождений. Сравнение удельных затрат по всей производственной цепочке на месторождениях проводится со средней себестоимостью концентрата по отрасли ($C_{конц}$) для аналогичного месторождения или по предварительной технико-экономической оценке. Применение метода прямого расчета позволяет максимально учесть все возможные издержки, связанные с производственным процессом. В затратах учитывается (в расчете на 1 тонну готового продукта): себестоимость добычи ($C_{доб}$); себестоимость усреднения¹ руды ($C_{усред}$); себестоимость подготовительных работ ($C_{подг}$); затраты на транспортировку ($Z_{тр.1км}$) до обогатительной фабрики; затраты на обогащение на всех стадиях производственного процесса ($\sum Z_{обог}$); затраты на транспортировку ($Z_{транс.узел}$) до транспортного узла и прочие затраты ($C_{пр}$).

Максимальное расстояние транспортировки руды определяет зону максимально возможных территориальных ограничений для каждого месторождения. Пересечение данных зон для каждого месторождений позволяют определить возможные варианты оптимального размещения производственного комплекса группы месторождений (Рис. 1)

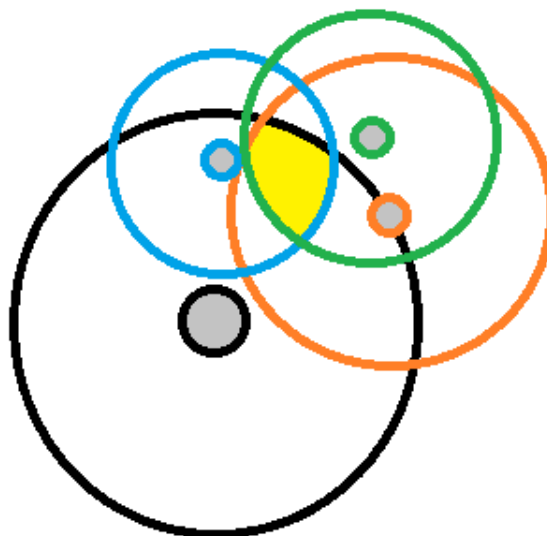


Рис.1 . Зоны размещения производственного комплекса для группы месторождений. Цвета: зеленый, оранжевый, синий, черный - зоны размещений производственных комплексов отдельных месторождений;

¹ Усреднение дает более стабильный показатель качества руды.

желтая – зона оптимального размещения территориально производственного комплекса для группы месторождений.

Достоинством использования такого подхода является гибкость, которая позволяет определять данные зоны как для группы геологических схожих месторождений, так и для принципиально различных типов месторождений. Кроме того, образуемая зона оптимального размещения позволяет учитывать остальные горно-технические и географические параметры при размещении производственного комплекса.

При сильной концентрации месторождений по определенным флангам структурного образования возможна необходимость строительства нескольких обогатительных производственных комплексов на территории группы месторождений и вероятность высокой стоимости транспортировки руды до транспортного узла. В этом случае наиболее оптимальным становится определение второго производственного комплекса для группы месторождений, функционирующего на стадии металлургического передела.

Доведение технологической цепочки до металлургического передела и получения в качестве конечного продукта металла повышает экономическую эффективность предприятия в 2-8 раз.

Определение месторасположения металлургического производственного комплекса осуществляется также с помощью экономико-математической оптимизационной модели (формула 2).

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{уд.затрат} = 1 - K_{уд.затр.мет.} \rightarrow \max \\ 1 - K_{уд.затр.мет} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n C_{мет}^i + r_2 \times 3_{тр1} + r_3 \times 3_{тр2} + C_{пр}}{\sum_{i=1}^n C_{мет\ уст}^i} \\ \min(r) \leq r \leq \max(r) \\ \frac{\sum_{i=1}^n C_{мет}^i + r_2 \times 3_{тр1} + r_3 \times 3_{тр2} + C_{пр}}{\sum_{i=1}^n C_{мет}^i} \leq 1 \\ r_x \rightarrow \min \\ R_x = \frac{(1-K) \times \sum_{i=1}^n C_{мет\ уст}^i - (\sum_{i=1}^n C_{мет}^i + r_2 \times 3_{тр1} + C_{пр})}{3_{тр\ 1\ км}} \\ \min(R) \leq R \leq \max(R) \\ \frac{(1-K_{уд.затрат}) \times \sum_{i=1}^n C_{мет\ уст}^i - (\sum_{i=1}^n C_{мет}^i + r_2 \times 3_{тр1} + C_{пр})}{3_{тр\ 1\ км}} \geq 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

Аналогично первой модели определяется максимальное возможное расстояние (r_2) для транспортировки руды с определенного обогатительного комплекса группы месторождений до металлургического передела без экономического ущерба ($K_{уд.затрат}$) для разработчика группы месторождений и с учетом затрат на транспортировку готовой продукции до транспортного узла. Сравнение удельных затрат проводится со средней себестоимостью металла ($C_{метуст}$) для аналогичных металлургических комплексов или по предварительной технико-экономической оценке. Также используется метод прямого расчета затрат, что позволяет максимально эффективно учесть все возможные издержки. В затратах на производство металла учитываются себестоимость (в расчете на 1 тонну готового продукта): себестоимость металлургического передела ($\sum C_{мет}$); затраты на транспортировку ($3_{тр1}$) от обогатительной фабрики до металлургического завода; затраты на транспортировку готовой продукции до транспортного узла ($3_{тр2}$) и прочие затраты ($C_{пр}$).

Применение данных экономико-математических моделей позволяет определять оптимальное количество производственных комплексов для группы месторождений. На базе модели производится отсеивание высокзатратных в освоении месторождений. Окончательное решение о минимальном

количестве производственных комплексов принимается с учетом результатов расчетов по всем моделям.

Алгоритм формирования группы месторождений на основе минимизации количества производственных комплексов представлен на Рис. 2.

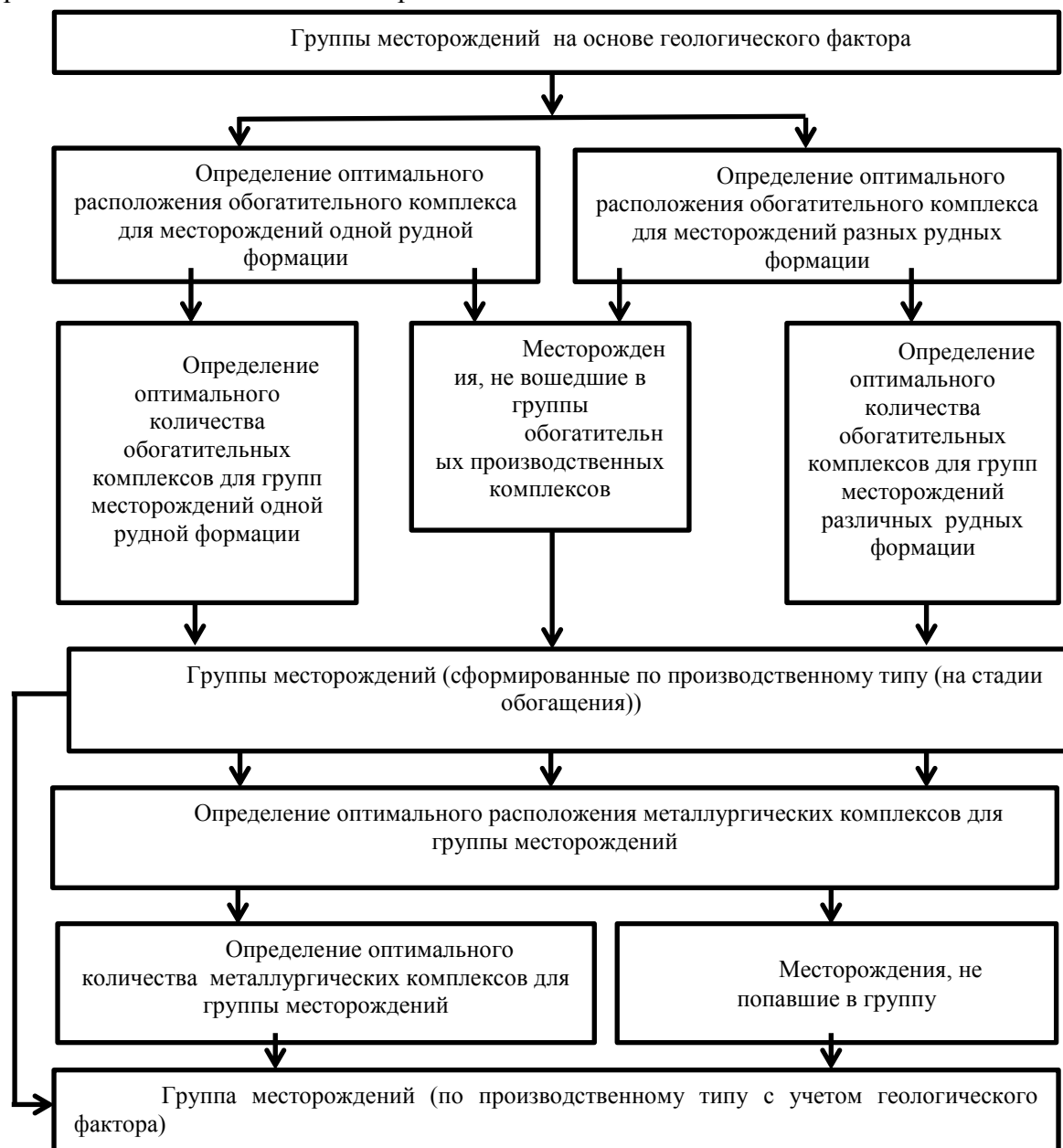


Рис. 2. Алгоритм формирования группы месторождений на основе производственного фактора

Формирование на базе группы месторождений производственного комплекса с учетом организационно-экономических факторов позволяет:

- 1) снизить капитальные вложения на разработку в расчете на каждое месторождение в сравнении с капитальными вложениями при его локализованной разработке;
- 2) сформировать производственные комплексы;
- 3) определить оптимальное количество перерабатывающих комплексов для всех месторождений, рассматриваемых в группе.

Сформированный на базе группы месторождений производственный комплекс обладает рядом признаков, позволяющих рассматривать его как экономико-геологический кластер (ЭГК). Признаками, характерными для формирования группы месторождений и удовлетворяющими критериям кластера, являются:

- территориальная локализация месторождений;
- технологическая деятельность отдельных звеньев группы месторождений, носящая схожий характер;
- группа месторождений, использующая общую базу сырья, инфраструктуру, транспорт и др.
- возможность совмещения различных производственных процессов в пределах определенной территории, а также возможность объединения разных типов сырья на определенной стадии технологического процесса.

Наличие характерных признаков кластера позволяет определить группу месторождений как «экономико-геологический кластер» и дать следующее его определение. «Экономико-геологический кластер – это группа территориально сближенных месторождений определенных геологических типов, для которых имеется или может быть создана единая инфраструктурная база для освоения, и промышленная разработка которых экономически целесообразна при данном уровне развития экономики и техники».

Такая формулировка представляется правомерной и при оценке экономической эффективности разработки группы месторождений, рассматриваемой в контексте единого объекта. При формировании экономико-геологического кластера возрастает роль отдельных критериев, таких как:

- территориальный размер группы месторождений;
- степень однородности месторождений по составу и типу руд;
- возможность использования минимального количества производственных комплексов;
- вид производственных связей между производственными комплексами;
- экономическая эффективность разработки месторождений кластера как объекта оценки, превышающая минимально допустимое значение эффективности при локализованном освоении.

Таким образом, экономико-геологический кластер в рассматриваемом контексте - самостоятельный субъект, функционирующий в более крупных масштабах, чем отдельные месторождения, имеющий более высокую конкурентоспособность в сравнении с локализованной оценкой месторождений.

Предложенная система критериев обладает значительной гибкостью, связанной с возможностью многовариантности сочетаний геологических объектов кластера и включением в развитие тех объектов, которые в варианте локальной разработки даже не рассматривались как перспективные.

Множество разнообразных типов месторождений входящих в геолого-экономический кластер определяет количество возможных вариантов освоения, которое для группы месторождений металлических полезных ископаемых представлено двумя вариантами освоения: параллельным и смешанным. Каждый из названных вариантов освоения имеет свои достоинства и недостатки, которые необходимо учитывать при принятии решения о выборе конкретного варианта.

Показатели оценки разработки группы месторождений

Для экономической оценки эффективности разработки месторождений в рамках экономико-геологического кластера предлагается использовать общепринятую систему показателей, адаптированную к оценке группы месторождений металлических полезных ископаемых.

- Чистый дисконтированный доход группы месторождений (NPV)

Формула расчета данного показателя для экономической оценки зависит от варианта освоения месторождений кластера.

А) для варианта параллельного освоения месторождений

$$NPV = \left[\sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+r)^t} \right] - I_o \quad (3)$$

Особенностью параллельного варианта освоения является вовлечение в производство всех месторождений экономико-геологического кластера и одновременная разработка всех месторождений схожих геологических составов. Расчет проводится с учетом дисконтирования денежных потоков во времени (t) на период (T). Денежные потоки представляют собой сумму объемов (Q_i) i-той продукции (концентрат, первичный металл), получаемой при освоении группы месторождений в стоимостном выражении. Перевод общего натурального объема продукции в стоимостной достигается умножением его на разницу между ценой получаемой продукции (P_i) и суммами себестоимости единицы всех видов продукции получаемых на каждой производственной стадии. Суммарная себестоимость единицы продукции, прошедшей все производственные стадии, складывается из себестоимости на стадии добычи (C_{доб_i}), стадии обогащения (C_{об_i}) и стадии металлургического передела (C_{мет_i}).

В данном показателе учтена возможность формирования нескольких производственных комплексов определенной продукции: добычного (j; max=m), обогатительного (f; max=k), металлургического (d; max=s). Из полученного значения денежных потоков вычитается сумма капитальных вложений в проект.

Б) для варианта смешанного освоения группы месторождений:

$$NPV = \left[\sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+r)^t} \right] - \sum_{h=1}^l I_{oh} \quad (4)$$

При данном варианте освоения группы месторождений происходит поочередное введение месторождений каждой группы отработку. Значения денежных потоков не будут изменяться существенным образом вследствие простого увеличения количества продукции и суммы затрат, которые будут отражены в данной формуле. Однако значительно возрастут капитальные вложения в проект, т.к. при постепенном вовлечении групп месторождений образуются значительные разовые капитальные вложения (I_{oh}) для развития каждой новой группы месторождений.

Разработанный показатель позволяет оценить экономическую суть проекта разработки месторождений в группах, не теряя и не изменяя общих принципов и положений экономической оценки инвестиционных проектов.

При расчете NPV для оценки группы месторождений следует уделить внимание показателю ставки дисконта (r). Расчет данного показателя при большом количестве видов выпускаемой продукции и значительном количестве производственных комплексов в экономико-геологическом кластере лучше всего проводить на основе формулы среднеарифметической взвешенной:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \quad (5)$$

где r_i - значение ставки дисконта определенной отрасли металлургического сырья; w_i - доля продукции, которую занимает определенная отрасль металлургического сырья в общем выпуске объема продукции внутри экономико-геологического кластера; i – количество видов продукции металлического сырья (количество металлов, выпускаемых кластером).

• *Внутренняя норма доходности*

Для группы месторождений данный показатель находится по стандартным формулам:

$$NPV = 0 = \left[\sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+IRR)^t} \right] - \sum_h^l I_{oh} \quad (6)$$

$$NPV = 0 = \left[\sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+IRR)^t} \right] - I_o \quad (7)$$

Величина показателя внутренней нормы доходности будет повышаться за счет суммарного эффекта взаимодействия производственных и перерабатывающих комплексов как единого механизма. Суммарный эффект даст повышение показателя IRR для проектов, которые в единичном варианте получили бы низкое значение.

• *Срок окупаемости проекта*

Расчет данного показателя для группы месторождений зависит от варианта вовлечения в производство месторождений группы. При параллельной системе, используется стандартная формула:

$$PP = n, \text{ при которой } \sum_{t=1}^n \frac{\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+r)^t} > I_o \quad (8)$$

При смешанном варианте освоения определить срок окупаемости становится значительно сложнее по причине высокой степени неопределенности порядка вовлечения месторождений и количества производственных комплексов внутри проекта.

Управляющей компанией проекта разработки должен быть определен строгий порядок вовлечения внутренних групп месторождений ЭГК в производство, тем самым появится возможность определить срок окупаемости проекта.

Возможными вариантами порядка вовлечения внутренних групп месторождений могут быть:

А) *Поэтапное вовлечение месторождений и производственных комплексов после окупаемости объектов каждого этапа проекта.*

В этом случае срок окупаемости проекта рассчитывается поэтапно на каждой новой стадии внедрения производства с учетом положительных денежных потоков поступающих от предыдущих проектов.

Этап:

$$PP_1 = n, \text{ при которой } \sum_{t=1}^n \frac{\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+r)^t} > I_o \quad (9)$$

где: n – срок окупаемости I этапа.

Обозначив денежный поток через CF_t для этапа I, получим

$$PP_1 = n, \text{ при которой } \sum_{t=1}^n \frac{CF_{iPP_1}}{(1+r)^t} > I_o \quad (10)$$

Для II этапа:

$$PP_1 = n1, \text{ при которой}$$

$$\sum_{t1=1}^{n1} \frac{\sum_{i=1}^{n1} Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+r)^{t1}} + \sum_{t1=1}^{n1} \frac{CF_{iPP_1}}{(1+r)^{PP_1+t1}} > I_{o1} \quad (11)$$

Для k-того этапа:

$$PP = n_k, \text{ при которой}$$

$$\sum_{t_k=1}^{n_k} \frac{\sum_{i=1}^{n_k} Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]}{(1+r)^{t_k}} + \underbrace{\sum_{t_k=1}^{n_k-1} \frac{CF_{iPP_k}}{(1+r)^{(\sum_{k=1}^{n_k-1} PP_k) + t_k}}}_{n_k-1} > I_{ok} \quad (12)$$

Б) *Вовлечение месторождений и производственных комплексов после частичной окупаемости первоначальных объектов проекта.*

В этом случае определить срок окупаемости будет очень сложно по причине неоднократного увеличения капитальных затрат и неопределенности в денежных потоках, что усложняет процесс определения окончательных сроков окупаемости.

Оценивая оба подхода, стоит отметить, что использование второго подхода позволяет значительно уменьшить срок окупаемости, чем при последовательном вовлечении, вследствие опережающих темпов роста объемов производства и увеличения денежного потока проекта.

- *Коэффициент дисконтированной стоимости:*

Для параллельной схемы:

$$PVR = \frac{\sum_{t=1}^n [\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]] \cdot (1+i)^{-t}}{I_o} \quad (13)$$

Для смешанной схемы:

$$PVR = \frac{\sum_{t=1}^n [\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]] \cdot (1+i)^{-t}}{\sum_{h=1}^l I_{oh}} \quad (14)$$

где h – количество единовременных капитальных вложение (инвестиций); l – максимально возможное количество единовременных капитальных вложений.

- *Общий показатель возврата*

Для параллельной схемы:

$$ORR = \frac{(\sum_{t=1}^n [\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]] (1+i)^{-t}) - I_o}{I_o} \quad (15)$$

Для смешанной схемы:

$$ORR = \frac{(\sum_{t=1}^n [\sum_{i=1}^n Q_i [P_i - (\sum_{j=1}^m C_{доб_i} + \sum_{f=1}^k C_{об_i} + \sum_{d=1}^s C_{мет_i})]] (1+i)^{-t}) - \sum_{h=1}^l I_{oh}}{I_o \sum_{h=1}^l I_{oh}} \quad (16)$$

В систему разработанных показателей оценки необходимо включить критерий динамической доступности группы месторождений. Таким экономическим критерием доступности группы

месторождений может служить показатель отражающий суммарный экономический эффект эксплуатации группы месторождений.

Учитывая дифференциацию масштабов, объемов производства и стоимости производственных фондов для различных отраслей, представляется нецелесообразным сравнение эффективности производственных комплексов по абсолютной величине прибыли или рентабельности. В таких условиях предлагается использовать показатель относительной прибыльности (рентабельности) [1].

Для условий оценки по группе месторождений показатель рентабельности может быть определен как отношение суммарной прибыли, полученной в результате переработки i -видов сырья на m - количестве производственных комплексов к сумме затрат всего объема продукции на каждом из этапов производственного цикла (форм. 17)

$$P_{го} = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_j^m C_{ij} \cdot a_{ij}) - (\sum_{i=1}^n \sum_j^m a_{ij} \cdot (C_{гор.ij} + C_{об.ij} + C_{мет.ij}))}{\sum_{i=1}^n \sum_j^m a_{ij} \cdot (C_{гор.ij} + C_{об.ij} + C_{мет.ij})} \quad (17)$$

где: $C_{доб}$ – затраты всей продукции на стадии добычи; $C_{об}$ – затраты всей продукции обогащения; $C_{мет}$ – затраты всей продукции металлургического передела.

Рассчитываемая таким образом рентабельность отражает в полной мере доступность месторождений и возможный суммарный экономический эффект от разработки группы месторождений.

Выводы

Подводя итог предложенного подхода к оценке группы месторождений, можно сделать следующие выводы:

1. Формирование групп месторождений будет способствовать привлечению инвестиций к дополнительной разведке и разработке месторождений в более короткие сроки на федеральном и международном уровнях и тем самым сокращению времени до начала добычи;
2. Разработанные экономические показатели оценки эффективности месторождений металлических полезных ископаемых в рамках экономико-геологического кластера базируются на общепринятых показателях оценки инвестиционных проектов, но учитывают особенности рассмотрения в качестве объекта оценки группы месторождений.
3. Высокая гибкость предложенных показателей позволяет в полном объеме учесть особенности и все возможные варианты формирования экономико-геологического кластера и последовательности разработки входящих в него месторождений металлических полезных ископаемых.

Список литературы:

1. Боярко Г.Ю. Экономика минерального сырья. Томск: Изд-во Аудит-Информ, 2000. 361 с.
2. Каждан А.Н., Кобахидзе Л.П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 205 с.
3. Портер Майкл Э. Конкуренция. М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. 608 с.

References:

1. Boyarko G. Yu. *Jekonomika mineral'nogo syr'ja* [Economics of mineral resources]. Tomsk, Audit-
Inform Publ., 2000. 361 p.
2. Kazhdan A.N., Kobahidze L.P. *Geologo-jekonomicheskaja ocenka mestorozhdenij poleznyh
iskopaemyh* [Geological and economic estimation of mineral deposits]. Moscow, NedraPubl., 1985.
205 p.
3. Michael E. Porter *Konkurencija* [Competition]. Moscow, Williams Publ., 2005. 608 p.