

УДК 622.27

Ю. А. АГАБАЛЯН

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ

В статье рассматривается комплекс вопросов, связанных с рациональным использованием минерального сырья. С этой целью предлагается классификация задач, позволяющая представить рассматриваемую проблему в виде единой системы взаимосвязанных задач. Каждая из выделенных трех групп (подсистем) состоит из совокупности задач (элементов), характеризующихся рядом основных одинаковых признаков. На основе принципа тождества народнохозяйственного эффекта сравниваемых вариантов рассматривается экономико-математическая модель, с помощью которой автором решаются важнейшие задачи рассматриваемой проблемы.

Проблему рационального использования минерального сырья можно представить в виде комплекса взаимосвязанных задач, решение которых позволит определить оптимальное с народнохозяйственных позиций соотношение между извлечением полезных ископаемых и компонентах при добыче и переработке, с одной стороны, и затратами на их извлечение—с другой. К числу важнейших задач проблемы относятся: определение кондиций, выбор способов и систем разработки, определение границ открытых горных работ, определение годовой производительности предприятия и другие задачи.

Нетрудно убедиться в том, что решение одних задач проблемы в значительной степени зависит от результатов решения других задач. К примеру, если определение параметров кондиций производится не на основе экономически целесообразных технических решений отдельных узловых вопросов, таких как размер годовой производительности предприятия, способ и система разработки, границы открытых горных работ, технология переработки, то кондиции не могут считаться оптимальными. Действительно, кондиции зависят от уровня затрат, размеров разубоживания руды при добыче, коэффициента извлечения полезного компонента из руды при переработке, которые, в свою очередь, в той или иной степени зависят от результатов решения перечисленных задач. В то же время обоснованность решения целого ряда горно-экономических задач зависит от запасов и качества минерального сырья, которые определяются на основе кондиций.

Таким образом, все задачи проблемы в совокупности образуют единую систему. Неверное решение одной задачи может привести к неверному решению другой задачи проблемы. Это особенно относится к решению задач по обоснованию кондиций: определение оптимальных конди-

ций осуществимо лишь при одновременном оптимальном решении целого ряда других задач.

Известно, что любой исследуемый объект называется системой, если его можно расчленить на составные части—подсистемы, а последние—на элементы, которые на данном уровне анализа считаются не делимыми. Группы (подсистемы) объединяют ряд задач (элементов) с определенными признаками. В табл. 1 приводится предлагаемая классификация задач (элементов) рассматриваемой проблемы (системы). Все задачи разбиты на три группы: А, Б, В. Основным классификационным признаком принята степень непосредственного влияния задач данной группы на количество и качество балансовых и эксплуатационных запасов, на общее извлечение из недр полезных ископаемых и компонентов при добыче и переработке.

К группе А отнесены задачи, решение которых оказывает непосредственное влияние на количество и качество балансовых запасов. От результата решения задач этой группы, при прочих равных условиях, в значительной степени зависят количество и качество эксплуатационных запасов, эксплуатационные, капитальные и приведенные затраты, извлекаемая ценность 1 т руды. К группе А относятся все задачи по определению параметров кондиций.

К группе Б отнесены задачи, решение которых оказывает непосредственное влияние на количество и качество эксплуатационных запасов, на коэффициенты извлечения полезных ископаемых и компонентов из балансовых запасов. На количество и качество балансовых запасов задачи этой группы оказывают лишь опосредствованное (через кондиции) влияние. От результатов решения задач этой группы в значительной степени зависят капиталовложения, эксплуатационные и приведенные затраты, извлекаемая ценность 1 т полезного ископаемого. Основные задачи группы Б: выбор способа разработки, определение границ открытых горных работ, выбор систем подземной разработки и др.

К группе В отнесены задачи, решение которых не оказывает непосредственного влияния на величину и качество балансовых и эксплуатационных запасов. Задачи этой группы оказывают на балансовые и эксплуатационные запасы лишь опосредствованное влияние (через задачи групп А и Б). От результатов задач этой группы в значительной степени зависят капитальные вложения, эксплуатационные и приведенные затраты. Извлекаемая ценность руды от задач этой группы непосредственно не зависит. В группе В особо выделяется подгруппа В-1—задачи, решение которых оказывает непосредственное влияние на интенсивность разработки месторождения и производство продукции по периодам (этапам) его эксплуатации. К этой подгруппе относятся две задачи—определение годовой производительности предприятия и определение очередности разработки отдельных частей месторождения, отличающихся друг от друга совокупными природными условиями. Первая из этих задач оказывает значительное влияние на размер капитальных

Таблица 1

Классификация задач проблемы (системы) рационального использования минерального сырья

Группа	Характеристика групп (подсистем)	Основные задачи (элементы)	Цели
1	2	3	4
А	Задачи, решаемые на основе переменных балансовых и эксплуатационных запасов, извлечения полезного компонента при добыче и переработке, годовых производственных мощностей предприятия, извлекаемых ценностей, эксплуатационных и капитальных затрат.	<p>Определение параметров кондиций:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бортового содержания; 2. Минимального промышленного содержания; 3. Минимальной мощности тела полезного ископаемого; 4. Максимально допустимого интервала пустых пород (некондиционных по качеству минерального сырья), включаемого в подсчет балансовых запасов; 5. Предельного соотношения вскрыши к полезной толще; 6. Глубины подсчета балансовых запасов. 	Определение оптимальных балансовых запасов
Б	Задачи, решаемые на основе фиксированных балансовых запасов. Переменными являются количество и качество эксплуатационных запасов, извлечение полезного компонента при добыче и переработке, годовая производственная мощность предприятия, извлекаемая ценность, эксплуатационные и капитальные затраты.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор способа разработки. 2. Выбор систем подземной разработки. 3. Определение границ открытых работ. 4. Выбор способа вскрытия и расположения вскрывающих выработок (если сравниваемые варианты отличаются размером потерь полезного ископаемого в охранных целиках). 5. Выбор технологии переработки. 	Определение оптимальной полноты извлечения полезных компонентов при добыче и переработке.

1	2	3	4
В	Задачи, решаемые на основе фиксированных балансовых и эксплуатационных запасов, фиксированных значений извлечения полезного компонента при добыче и переработке, средней извлекаемой ценности полезного ископаемого		Использование эксплуатационных запасов с минимальными народнохозяйственными затратами.
В—I	Задачи, решаемые на основе переменных значений годовой производительности предприятия по полезному ископаемому (компоненту), эксплуатационных и капитальных затрат.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение годовой производительности предприятия. 2. Определение очередности разработки отдельных частей месторождения. 	
В—II	Задачи, решаемые на основе фиксированных значений годовой производительности предприятия по полезному ископаемому и компоненту. Переменными являются эксплуатационные и капитальные затраты.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Выбор способа вскрытия при одинаковом извлечении запасов из недр по сравниваемым вариантам. 4. Выбор вида (типа) горнотранспортного оборудования. 	

вложений, эксплуатационных и приведенных затрат, на сроки службы отдельных объектов. Результатом решения второй задачи может оказаться целесообразность первоочередной разработки частей месторождения с более благоприятными совокупными природными условиями, что позволит на ранних этапах разработки получить более высокий экономический эффект.

К подгруппе В-II относятся все остальные задачи группы В. Результаты решения задач этой подгруппы оказывают влияние на капитальные, эксплуатационные и приведенные затраты. К задачам этой группы относятся выбор способа вскрытия (при одинаковом извлечении запасов из недр по сравниваемым вариантам), выбор способов выемки и транспортирования полезного ископаемого и вскрыши, выбор вида (типа) горнотранспортного оборудования и др.

Как видно из характеристики групп, наибольшим количеством переменных параметров выделяется группа А. При решении задач этой группы сравниваемые варианты отличаются друг от друга всеми параметрами. Далее, в убывающей последовательности по количеству переменных параметров следуют группы Б и В. Наименьшим количеством переменных параметров, как видно из таблицы, характеризуются варианты задач подгруппы В-II.

Приведенная классификация не претендует на полноту. Она позволяет сгруппировать отдельные задачи, характеризующиеся рядом одинаковых признаков, что позволяет унифицировать методические приемы при их решении. В классификации можно отметить еще одно достоинство: если при решении какой-то задачи данной группы (подгруппы) на основе определенного принципа (критерия) выявились некоторые негативные стороны, то можно ожидать (предсказать) негативные моменты и при решении другой задачи данной группы (подгруппы), что, безусловно, облегчает анализ.

Для объективного решения рассматриваемой проблемы необходимо располагать, в первую очередь, научно обоснованным критерием оптимальности. С полным основанием можно утверждать, что критерий оптимальности должен быть единым при решении любой задачи, относящейся к данной теории. Если допустить, что выбор способа разработки должен производиться на основе одного критерия, системы разработки—на основе другого, минимального промышленного содержания—третьего, бортового содержания—на основе «комплекса оценочных показателей» и т. д., то, очевидно, промышленная оценка будет представлять собой набор несогласованных, противоречивых решений.

В литературе рассматривались различные показатели, рекомендуемые в качестве критерия оптимальности. Критика многих показателей, предлагавшихся в качестве критерия, содержится в целом ряде работ. В то же время «Типовая методика» [9], использование которой обязательно для всех отраслей народного хозяйства, в качестве критерия для

выбора оптимального варианта рекомендует показатель сравнительной экономической эффективности капиталовложений.

М. М. Агошков и Е. М. Козаков [5], рассматривая такие узловые горно-экономические задачи, как выбор способа и системы разработки, определение оптимальной производительности рудника, справедливо отмечают: «Критерием сравнительной экономической эффективности вариантов являются «приведенные затраты», в связи с чем использование этого показателя в горно-экономических исследованиях и в решении приведенных выше задач должно быть признано обязательным».

С такой постановкой вопроса нельзя не согласиться. Ведь каждое теоретическое исследование имеет свои рамки, границы. Приведенные затраты, разработанные советской политэкономической наукой и утвержденные директивно, представляют собой денежное выражение стоимости. Дискуссия о том, верно и полностью ли приведенные затраты отражают совокупные общественные затраты может вестись лишь в рамках политэкономической науки, с развитием которой будет совершенствоваться и показатель сравнительной оценки вариантов.

Непосредственное использование приведенных затрат в качестве критерия может быть осуществлено лишь в тех случаях, когда сравниваемые варианты не отличаются количеством и качеством производимой продукции и сроками производства. К таким задачам относятся только задачи подгруппы В-II (см. табл. 1).

Сравниваемые варианты задач подгруппы В-I отличаются количеством продукции, производимой в единицу времени, а также сроками производства. Но неизменными по сравниваемым вариантам остаются общее производство продукции за весь срок отработки месторождения и среднее качество сырья. Задачи группы Б отличаются от задач подгруппы В-I тем, что сравниваемые варианты здесь уже отличаются друг от друга и общим производством продукции за весь срок отработки месторождения, и средним качеством сырья. Однако количество и качество балансовых запасов по вариантам неизменно. Наконец, сравниваемые варианты задач группы А отличаются друг от друга и этими показателями.

Отсюда вытекает логический вывод: критерий оптимальности, удовлетворяющий решению задач по обоснованию кондиций, является наиболее общим; для решения задач других групп общий критерий может быть трансформирован в более простые целевые функции.

Наибольшую сложность при формулировании целевой функции представляет приведение сравниваемых вариантов в сопоставимый вид. В соответствии с указаниями «Типовой методики» сравниваемые варианты должны быть приведены в сопоставимый вид по годовому объему производства, качеству производимой продукции и «времени затрат и получению эффекта».

По этому поводу Т. С. Хачатуров [11] отмечает: «Сравниваемые варианты должны быть приведены в сопоставимый вид по объему продукции, ее составу, качеству и *срокам производства* (подчеркнуто на-

ми—Ю. А.), т. е. должно быть соблюдено тождество эффекта, получаемого по вариантам».

На основе сформулированного В. В. Новожиловым [6,7] принципа «тождества народнохозяйственного эффекта сравнимых вариантов», В. А. Симаковым [8] предложена экономико-математическая модель для решения ряда горно-экономических задач, в частности, выбора системы подземной разработки.

С использованием приведенных затрат и без учета динамики изменения затрат во времени модель имеет следующий вид (в наших обозначениях):

$$Z_{\text{пр}1} t_1 + (t_2 - t_1) N_2 q_{\text{зам}} \cong Z_{\text{пр}2} t_2 + t_1 (N_1 - N_2) q_{\text{зам}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{пр}1}$ и $Z_{\text{пр}2}$ — годовые приведенные затраты по вариантам;

t_1 и t_2 — срок службы предприятия по вариантам;

N_1 и N_2 — годовая производительность предприятия по конечному продукту;

$q_{\text{зам}}$ — замыкающие затраты на 1 m конечного продукта (приведенные затраты на компенсирующем предприятии).

Если выразить годовые затраты i -го варианта через произведение

$Z_{\text{пр}i} \frac{N_i}{\beta_i}$ (где $Z_{\text{пр}i}$ — приведенные затраты по рассматриваемому пред-

приятию на 1 m руды по i -му варианту; N_i — годовое производство конечной продукции на рассматриваемом предприятии по i -му варианту; β_i — выход конечной продукции на рассматриваемом предприятии из 1 m руды по i -варианту) и учесть динамику изменения затрат во времени на рассматриваемом и компенсирующем (замыкающем) предприятиях, то модель (1) примет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^{t_1} Z_{\text{пр}1j} \frac{N_{1j}}{\beta_{1j}} + \sum_{j=t_1+1}^{t_2} N_{2j} q_{\text{зам}} \cong \sum_{j=1}^{t_2} Z_{\text{пр}2j} \frac{N_{2j}}{\beta_{2j}} + \sum_{j=1}^{t_1} (N_{1j} - N_{2j}) q_{\text{зам}j}. \quad (2)$$

Анализ выражения (2) позволяет убедиться, что сравниваемые варианты полностью приведены в сопоставимый вид как по количеству производимой в единицу времени продукции, так и по срокам ее производства.

Нетрудно убедиться, что экономико-математическая модель (2) учитывает все факторы, а поэтому позволяет в корректной форме решать любую задачу рассматриваемой проблемы. Действительно, как уже было показано, модель позволяет оценивать варианты с разной производительностью предприятия; при этом по сравниваемым вариантам в любом интервале времени количество производимой конечной продукции полностью выравнено. Она учитывает качество минерального сырья и извлечение полезного компонента в конечный продукт (через величину β_j); ею учитываются количество и качество балансовых и эксплуатационных запасов и экономические последствия от потерь полезных ископаемых при добыче.

Наконец, модель позволяет учесть влияние фактора времени—через динамику изменения затрат во времени на рассматриваемом и замыкающих предприятиях.

Преобразуем выражение (2). Очевидно, отношение N_i/β_i представляет собой годовую производительность предприятия по i -му варианту (A_i). Произведение $N_{ij} \cdot q_{замj}$ представляет собой предельные годовые затраты на производство конечной продукции в количестве N_i , то есть ценность годовой товарной продукции в замыкающих затратах. Поэтому это произведение можно выразить произведением извлекаемой ценности 1 т руды $I_{цi} = q_{замj}\beta_i$ на годовую производительность i -го варианта A_i . Отметим, что

$$\sum_{j=t_i+1}^{t_i} N_{2j}q_{замj} + \sum_{j=1}^{t_i} N_{2j}q_{замj} = \sum_{j=1}^{t_i} N_{2j}q_{замj}$$

С учетом изложенного выражение (2) можно записать в следующем виде:

$$\sum_{j=1}^{t_i} (I_{ц2j} - Z_{прj}) A_{2j} \cong \sum_{j=1}^{t_i} (I_{ц1j} - Z_{прj}) A_{1j}$$

или в общем виде:

$$\sum_{j=1}^{t_i} (I_{цij} - Z_{прij}) A_{ij} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где $I_{цij}$ — извлекаемая ценность 1 т руды по i -му варианту в j -ый год;

$Z_{прij}$ — приведенные затраты на добычу и переработку 1 т руды по i -му варианту в j -ый год;

A_{ij} — годовая производительность предприятия по i -му варианту в j -ый год;

t_i — срок службы предприятия по i -му варианту.

Левая часть целевой функции (3) представляет собой дифференциальную ренту по отработке запасов месторождения.

Если допустить, что величины $I_{цij}$, $Z_{прij}$ и A_{ij} не изменяются во времени, то формула (3) примет следующий вид:

$$(I_{цi} - Z_{прi}) Q_{ii} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где Q_{ii} — эксплуатационные запасы руды по i -му варианту.

Справедливость целевых функций (3) и (4), полученных на основе преобразования экономико-математических моделей (2) и (1), соответственно, можно показать и другим путем.

Для простоты вначале примем, что приведенные индивидуальные, замыкающие затраты и годовые производительности предприятий, определенные в момент оценки, остаются неизменными на протяжении

всего оцениваемого периода. С учетом изложенного целевая функция будет иметь следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n Z_{\text{пр}i} \frac{N_i}{\beta_i} t_i \rightarrow \min, \quad (5)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^n N_i = \text{const}; \quad \sum_{i=1}^n N_i t_i = \text{const}. \quad (6)$$

Очевидно, при этом, срок обработки запасов по сравниваемым вариантам—величина неизменная:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n N_i t_i}{\sum_{i=1}^n N_i} = \text{const}. \quad (7)$$

Следовательно, будут минимальными среднегодовые отраслевые приведенные затраты:

$$\frac{\sum_{i=1}^n Z_{\text{пр}i} \frac{N_i}{\beta_i} t_i}{T} \rightarrow \min \quad (8)$$

и средние приведенные затраты на 1 т конечного продукта:

$$\frac{\sum_{i=1}^n Z_{\text{пр}i} \frac{N_i}{\beta_i} t_i}{\sum_{i=1}^n N_i t_i} \rightarrow \min. \quad (9)$$

Суммарная стоимость товарной продукции в замыкающих затратах составит:

$$q_{\text{зам}} \sum_{i=1}^n N_i t_i = \text{const}. \quad (10)$$

Очевидно, разность между стоимостью товарной продукции и минимальными приведенными затратами будет максимальной:

$$q_{\text{зам}} \sum_{i=1}^n N_i t_i - \min \sum_{i=1}^n Z_{\text{пр}i} \frac{N_i}{\beta_i} t_i = \max \quad (11)$$

или в развернутом виде:

$$(q_{\text{зам}} \beta_1 - Z_{\text{пр}1}) \frac{N_1}{\beta_1} t_1 + (q_{\text{зам}} \beta_2 - Z_{\text{пр}2}) \frac{N_2}{\beta_2} t_2 + \dots + 0 \rightarrow \max. \quad (12)$$

Величина $\frac{N_i}{\beta_i} t_i$ представляет собой эксплуатационные запасы полезного ископаемого Q_i на i -ом месторождении, а произведение $q_{\text{зам}} \beta_i$ -

извлекаемую ценность 1 т руды на l -ом месторождении. Следовательно:

$$(I_{цl} - Z_{прl}) Q_1 + (I_{цl} - Z_{прl}) Q_2 + \dots \rightarrow \max. \quad (13)$$

Каждое из слагаемых в выражении (13) представляет дифференциальную ренту за весь срок отработки i -ого месторождения. Легко показать, что функция (13) достигает максимума лишь при максимизации каждого ее слагаемого.

Действительно, обозначив каждое слагаемое $(I_{цl} - Z_{прl}) Q_l$ через R_l , можем записать:

$$\sum_{i=1}^n R_i = R_1 + R_2 + \dots + R_n \leq \max R_1 + R_2 + \dots +$$

$$+ R_n \leq \max R_1 + \max R_2 + \dots + R_n \leq \max R_1 + \max R_2 + \dots + \max R_n.$$

Таким образом, получена целевая функция (4). Если учесть переменность во времени величин $I_{цl}$, $Z_{прl}$ и A_l , то получим целевую функцию более общего вида (3). Н. П. Федоренко и К. Г. Гофман [10] также отмечают, что минимизация приведенных затрат и максимизация ренты обеспечивают одинаковый результат.

Известно, что приведенные затраты имеют следующую зависимость от эксплуатационных запасов руды Q_s и годовой производительности предприятия A (1, 2, 4):

$$Z_{пр} = \frac{K'_{го}}{Q_s} A + \frac{Z'' + E_n K''}{A} + \frac{K''_{го}}{Q_s} + Z' + E_n K', \quad (14)$$

где $K'_{го}$ — пропорциональная часть удельных капиталовложений в горно-капитальные работы, здания и сооружения;

$K''_{го}$ — постоянная, не зависящая от размера годовой производительности, часть капиталовложений в горно-капитальные работы, здания и сооружения;

K' — пропорциональная часть полных удельных капиталовложений;

K'' — постоянная часть общих капиталовложений в промстроительство;

Z' — пропорциональная часть удельных эксплуатационных затрат;

Z'' — постоянная часть годовых эксплуатационных затрат, не зависящая от годовой производительности предприятия;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

В свою очередь, величина Z' при подземном способе разработки определяется следующим уравнением (1, 2):

$$Z' = Z'_{оп} + \frac{Z''_{оп}}{m_0} + Z'_{проч}, \quad (15)$$

где $Z'_{оп}$ и $Z''_{оп}$ — постоянные для данной системы разработки численные коэффициенты;

m_0 — ширина очистного пространства;

$Z'_{\text{проч}}$ — прочие пропорциональные удельные эксплуатационные затраты.

Методика определения перечисленных величин подробно изложена в работах [1, 2, 4]. На основе целевой функции (4) и с учетом уравнений (14, 15) автором [1, 2, 3] решены аналитическим методом важнейшие задачи рассматриваемой проблемы. К их числу относятся следующие задачи: определение бортового и минимального промышленного содержания, определение оптимальной годовой производительности предприятия, выбор системы подземной разработки, определение граничного коэффициента вскрыши и границ открытых горных работ. При этом, выведенные аналитические формулы позволяют учесть влияние таких важных горногеологических условий, как мощность рудного тела, коэффициент рудоносности и др. Рамки статьи не позволяют привести выводы перечисленных аналитических формул, поэтому приведем их в конечном виде:

I. Оптимальная годовая производительность предприятия:

$$A_0 = \sqrt{\frac{Z' + E_{II} K''}{K'_{го}}} Q_s = B Q_s^{\frac{1}{2}}. \quad (16)$$

II. Бортовое и минимальное промышленное содержания (лимиты содержания):

$$C_{\text{лим}} = \frac{D_{\text{лим}} (C_k - C_x)}{\Psi_k K_k} + \frac{C_x}{K_k}, \quad (17)$$

где $D_{\text{лим}}$ — стоимостное выражение определяемого лимита (бортового, минимального промышленного) содержания;

C_k — содержание полезного компонента в концентрате;

C_x — содержание полезного компонента в хвостах переработки;

Ψ_k — ценность концентрата в замыкающих затратах.

Стоимостное выражение бортового содержания определяется по формуле:

$$D_{\text{борт}} = B Q_s^{\frac{1}{2}} + Z'_{\text{оп}} + Z'_{\text{проч}} + E_{II} K', \quad (18)$$

а минимального промышленного:

$$D_{\text{мин}} = B Q_s^{\frac{1}{2}} + Z'_{\text{оп}} + \frac{Z'_{\text{оп}}}{m_0} + Z'_{\text{проч}} + E_{II} K'. \quad (19)$$

III. Выбор целесообразной системы подземной разработки производится по условию:

$$(C_{\text{ф}} - C_{\text{мин}}) k_{II} \rightarrow \max, \quad (20)$$

где $C_{\text{ф}}$ — фактическое содержание полезного компонента в массиве рудного тела;

$C_{\text{мин}}$ — минимальное промышленное содержание при использовании данной системы разработки;

k_{II} — коэффициент извлечения запасов из недр.

На основе принятой по условию (20) системы разработки и принимается окончательное решение по оптимальным условиям.

IV. Граничный коэффициент вскрыши:

а) при разработке месторождения только открытым способом:

$$K_{rp} = C_{\phi} b_1 - b_2, \quad (21)$$

б) при комбинированной разработке месторождения:

$$K_{rp} = C_{\phi} d_1 + d_2, \quad (22)$$

где b_1, b_2, d_1, d_2 —численные коэффициенты, методика определения которых приводится в работе [2]; их абсолютные значения в значительной степени зависят от уровня замыкающих затрат.

Располагая решениями частных задач, можно приступить к оптимизации отрасли. При этом нетрудно убедиться, что решения задач тесно взаимосвязаны и зависят от уровня замыкающих затрат. В самом деле, каждому значению замыкающих затрат соответствуют разные значения лимитов содержаний, удовлетворяющих оптимальным системам (условие 20) и способам (условия 21, 22) разработки. Тем или иным лимитам содержаний соответствуют разные балансовые и эксплуатационные запасы руды Q_n , а последним—разные значения годовой производственной мощности предприятия A_0 . Далее, разным качественным показателям добытой руды соответствуют свои технологические параметры переработки, в частности, выход конечной продукции. Следовательно, в конечном итоге, при использовании данного критерия каждому уровню замыкающих затрат соответствуют строго определенные (фиксированные) значения производства конечной продукции на каждом предприятии отрасли. С другой стороны, каждому уровню замыкающих затрат соответствует разное количество месторождений, запасы которых могут относиться к балансовым. Таким образом, чем ниже уровень замыкающих затрат, тем меньше размер балансовых запасов на каждом месторождении, меньше количество месторождений, на которых могут быть подсчитаны балансовые запасы, а в результате, меньше может производиться продукции в отрасли. Следовательно, для производства в отрасли данного продукта в количестве M существует строго определенное значение замыкающих затрат

$q_{зм}$, при котором справедливо условие $\sum_{i=1}^n N_i = M$, минимизирующее

функционал $\sum_{i=1}^n Z_{пр i} \frac{N_i}{z_i} t_i$.

Практическая реализация данного предложения вполне осуществима, несмотря на значительную трудоемкость расчетов. Для этого необходимо привлечь ряд проектных и научно-исследовательских институтов. Использование современных быстродействующих ЭВМ позволит значительно сократить трудоемкость повариантных расчетов.

Предложенная методика решения рассмотренных в статье задач успешно использована при промышленной оценке ряда рудных месторождений (Меградзорское, Алавердское, Дастакертское, Личквасское, Личкское и др.).

Кроме рассмотренного здесь критерия оптимальности в литературе предлагалось также:

1) минимизировать годовые отраслевые приведенные затраты, что сводится, в конечном итоге, к максимизации годовой дифференциальной ренты на каждом предприятии и 2) максимизировать дисконтированную дифференциальную ренту (при норме дисконтирования 0.08). Исследования [3] показали, что реализация этих предложений привела бы к целому ряду негативных результатов: резко сократятся балансовые запасы, возрастут потери полезных ископаемых и компонентов при добыче и переработке руды, а в результате, в ближайшее время резко возрастут затраты на производство продукции из минерального сырья. Поэтому эти критерии, основанные на интересах «настоящего момента», не могут быть рекомендованы для практического использования.

ВНИИГеолнеруд, Ереван

Поступила 16. X. 1979.

ՅՈՒ Ա ԱՂԱՐԱԼՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՀՈՒՄՔԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ՌԱՑԻՈՆԱԼ ՕԳՏԱԴՈՐՄՈՒՄԸ ԵՎ ՕՊՏԻՄԱԼՈՒԹՅԱՆ ԶԱՓԱՆԻՇԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում են հանքային հումքի կոմպլեքս օգտագործման պրոբլեմի կարևորագույն հարցեր. օպտիմալ կոնդիցիաների որոշում, հանքավայրերի շահագործման եղանակների և սխտեմների ընտրություն, լեռնային ձևնարկության տարեկան օպտիմալ արտադրողականության որոշում և այլն. նշված հարցերը քննարկվում են սխտեմային վերլուծության դիրքերից:

Հոդվածում դասակարգված են հանքավայրերի տնտեսական գնահատման միասնական պրոբլեմի (սխտեմի) համակարգի մեջ մտնող խնդիրները (տարրերը) և հիմնավորվում է հանքավայրերի տնտեսական գնահատման օպտիմալության չափանիշը՝ տվյալ հանքավայրի ողջ պաշարները շահագործումից ստացվող առավելագույն դիֆերենցիալ ռենտան:

Օպտիմալության նշված չափանիշին համապատասխան առաջարկված է հանքավայրերի համեմատական տնտեսական գնահատման տնտեսական-մաթեմատիկական մոդել:

Ցույց է տրվում, որ հանձնարարվող օպտիմալության չափանիշը առավելագույն չափով ապահովում է հանքահումքային ռեսուրսների ռացիոնալ օգտագործումը:

THE RATIONALIZATION OF THE MINERAL RESOURCES
UTILIZATION AND THE OPTIMUM CRITERION

S u m m a r y

A complex of questions connected with the mineral resources rational utilization is discussed. For this purpose a problems classification is suggested which allows the considered problem to be offered as a common sistem of correlated problems. Each of the chosen three groups (subsistems) consists of a problems (elements) totality which are characterized by a number of main identical indications. On the basis of the identity principle of compared versions national-economic effect an economical-mathematical model is discussed by means of which the most important questions of the examined problem are solved.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Агабалян Ю. А. Принципы промышленной оценки рудных месторождений. Ереван, АрмНИИИТИ, 1970.
2. Агабалян Ю. А. Обоснование лимитов содержаний и некоторые вопросы разработки месторождений. Ереван, «Айастан», 1975.
3. Агабалян Ю. А. Неприемлемый метод оценки месторождений «Народное хозяйство Армении», № 2, 1978.
4. Агошков М. И. Определение годовой производительности рудника. «Металлургиздат», 1978.
5. Агошков М. И., Козиков Е. М. О критериях эффективности при решении горно-экономических задач. «Горный журнал», № 1, 1977.
6. Новожилов В. В. Методы соизмерения народнохозяйственной эффективности плачовых и проектных вариантов. Тр. Ленингр. индустр. инст., № 4, 1939.
7. Новожилов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. «Экономика», 1967.
8. Симаков В. А. Обоснование промминимума экономическим сравнением вариантов оконтуривания рудных месторождений. Известия ВУЗов, «Геология и разведка», № 11, 1971.
9. Типовая методика определения экономической эффективности капиталовложений. М., «Экономика», 1969.
10. Федоренко Н. П., Гофман К. Г. Основные положения методики экономической оценки природных ресурсов. Сб докладов по методическим вопросам оценки экономической эффективности геологоразведочных работ и экономической оценки месторождений полезных ископаемых. Комиссия по изучению производительных сил и природных ресурсов при Президиуме АН СССР, М., 1975.
11. Хачатуров Т. С. Вопросы определения коэффициентов эффективности капитальных вложений. В кн. «Вопросы измерения эффективности капитальных вложений». «Наука», 1968.