

УДК: 550.8.02 : 658.53

Ю. А. АГАБАЛЯН

ВЫБОР ОЧЕРЕДНОСТИ ОТРАБОТКИ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ОЦЕНКА ЗАБАЛАНСОВЫХ ЗАПАСОВ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ

Статистические методы позволяют решать задачи, связанные с разведкой и разработкой месторождений полезных ископаемых, лишь с позиций настоящего момента. Использование же метода дисконтирования, основанного на обесценивании затрат и эффекта во времени, может привести к ряду негативных последствий: сокращению балансовых запасов, росту их потерь при эксплуатации и росту затрат в ближайшей перспективе.

Предлагаемый в статье метод учета фактора времени основан на использовании показателя научно-технического прогресса и изменения во времени замыкающих затрат. В результате исследований разработаны экономико-математические модели, позволяющие ранжировать балансовые запасы месторождений с народнохозяйственных позиций, а также производить промышленную оценку забалансовых запасов с учетом их пространственного расположения.

Человечеству на протяжении всей истории разработки месторождений полезных ископаемых было далеко не безразлично, во что обойдется получение того или иного продукта. Небольшие потребности, с одной стороны, и большой выбор легкодоступных, богатых по содержанию полезных компонентов месторождений, с другой, позволяли в прошлом ограничиваться освоением только наилучших по совокупным природным условиям месторождений и отдельных их частей.

Рост потребностей в минеральном сырье сопровождался ростом возможностей в освоении месторождений, находящихся в менее благоприятных природных условиях. Благодаря научно-технической революции стало возможным проектировать и эксплуатировать месторождения открытым способом до глубины 600—700 и более метров от земной поверхности; значительно возросла глубина разработки и подземным способом, которая часто измеряется уже километрами; стало возможным эксплуатировать месторождения полезных ископаемых, сравнительно бедных по содержанию полезных компонентов руд со значительным экономическим эффектом, тогда как еще недавно эти запасы квалифицировались как забалансовые.

Однако и в условиях высокого уровня научно-технического прогресса весьма актуален вопрос ранжирования месторождений и их отдельных частей с целью выбора целесообразной с народнохозяйственных позиций последовательности освоения.

На этот, как и многие другие вопросы, связанные с разведкой, оценкой и эксплуатацией месторождений полезных ископаемых, можно было бы ответить с помощью научно обоснованного метода учета фактора времени. В качестве такого метода в последнее десятилетие предлагалось использовать метод дисконтирования [1, 2], то есть обесценивания во времени предстоящих затрат и эффекта.

С позиций политической экономии метод дисконтирования был подвергнут резкой критике В. Клочковым и В. Чемыхиным [3], а также в опубликованной в порядке обсуждения работе Е. А. Козловского [4], которым освещены также некоторые негативные моменты с ресурсосберегающих позиций. Автором этих строк было показано [5, 6], что использование на практике метода дисконтирования привело бы к сокращению балансовых запасов, способствовало бы росту их потерь при эксплуатации, а также быстрому росту затрат в ближайшем будущем. Небезынтересно отметить, что в настоящее время многие дальновидные ученые капиталистических стран, например Ж. Матерон [7], также отрицают правомерность использования этого метода при промышленной оценке месторождений и принятии технических решений в процессе эксплуатации. При этом Ж. Матерон считает, что метод дисконтирования может быть использован при решении вопросов очередности освоения ресурсов с различными природными условиями, так как статистические методы на этот вопрос ответить не могут.

Предлагаемый ниже метод учета фактора времени основан на использовании реальных показателей изменения затрат и результатов во времени.

Любое месторождение характеризуется определенным экономическим потенциалом (извлекаемые запасы руды и полезных компонентов, качество добываемого сырья, прибыль и дифференциальная рента по отработке всех запасов и т. д.), который, очевидно, зависит от достигнутого уровня научно-технического прогресса. Последний характеризуется техникой, технологией, организацией производства в том или ином интервале времени. Следовательно, экономический потенциал каждого месторождения во времени представляет собой динамичную, изменяющуюся во времени категорию: чем позже будут эксплуатироваться запасы месторождения, тем выше его экономический потенциал. В этой связи балансовые запасы полезных ископаемых могут быть подразделены на активные и временно пассивные: к активным относятся те балансовые запасы, которые эксплуатируются в настоящее время, а к временно пассивным — балансовые запасы, эксплуатация которых в настоящее время не производится. Временно пассивными запасами характеризуются как целые месторождения, так и отдельные части эксплуатируемых месторождений.

Активные запасы испытывают одновременное влияние двух взаимно противоположных факторов: с одной стороны, затраты растут в связи с ухудшением природных условий эксплуатируемого месторождения (например, за счет углубления горных работ), а с другой — благодаря научно-техническому прогрессу затраты снижаются.

На временно пассивные запасы благотворное влияние оказывает только фактор времени: чем позже они будут эксплуатироваться, тем ниже будут затраты живого и овеществленного труда на производство продукции.

Обозначим показатель научно-технического прогресса, показывающего ежегодное снижение эксплуатационных и капитальных затрат, через ϵ , (по литературным данным, значение его составляет 0,97—0,99) —

Принимая, что научно-технический прогресс оказывает одинаковое относительное влияние на изменение затрат во времени при разработке ресурсов с различными природными условиями, нетрудно убедиться, что абсолютное снижение затрат будет тем больше, чем хуже совокупные природные условия оцениваемого ресурса. В самом деле, пусть затраты на производство 1 т концентрата в настоящее время составляют 100 руб. при использовании лучших ресурсов месторождения и 200 руб.—при использовании худших ресурсов. Тогда при $\varepsilon_3 = 0.99$ после, например, 10-го года эксплуатации затраты снизятся на 100 $(1 - 0.99^{10}) = 9,6$ руб и 200 $(1 - 0.99^{10}) = 19,2$ руб., соответственно.

Из изложенного нетрудно убедиться в том, что первоочередная отработка ресурсов с более благоприятными условиями позволяет обеспечить реальную экономию средств. При этом необходимо обеспечить сопоставимость сравниваемых вариантов: количество продукции по ним должно быть одинаковым как в единицу времени, так и за весь срок отработки запасов месторождения.

Перейдем к определению экономического эффекта, возникающего благодаря первоочередной отработке частей месторождения с лучшими совокупными природными условиями. С этой целью балансовые запасы месторождения (или отдельного этапа разработки) подразделим на отдельные классы по степени народнохозяйственной ценности. Таких классов, очевидно, может быть несколько, но для простоты пока допустим, что выделено всего два класса—с лучшими и худшими природными условиями.

Сравним два варианта разработки: I вариант—в первую очередь разрабатываются запасы с лучшими условиями; срок их отработки $T_л$, затраты на добычу и переработку 1 т руды в момент оценки— $Z_л$, а выход конечной продукции из руды— $\gamma_л$. Во-вторую очередь отрабатываются запасы с худшими условиями с показателями T_x , Z_x , γ_x . II вариант—совместная (усредненная) отработка руд обоих классов; показатели по варианту— T , Z , γ . Годовую производительность предприятия по руде обозначим через A .

Тогда суммарные затраты по отработке запасов месторождения (этапа) по I варианту составят:

$$\sum_{i=1}^T Z_i A_i = [Z_л (1 + \varepsilon_3 + \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_3^{T_л-1}) + Z_x (\varepsilon_3^{T_л} + \varepsilon_3^{T_л+1} + \dots + \varepsilon_3^{T-1})] A, \quad (1)$$

а по II варианту:

$$\sum_{i=1}^T Z_i A_i = Z A (1 + \varepsilon_3 + \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_3^{T-1}). \quad (2)$$

Нетрудно убедиться, что выражения в простых скобках представляют собой сумму членов убывающей геометрической прогрессии в интервалах времени $[1; T_л]$, $[T_л + 1; T]$ и $[1, T]$, соответственно, знаменатель прогрессии— ε_3 .

Обозначим сумму членов в интервале $[1; T_л]$ через $\alpha_{T_л}$, а в интервале $[1; T]$ —через α_T :

$$\alpha_{T,1} = \frac{1 - \varepsilon_3^{T,1}}{1 - \varepsilon_3}, \quad (3)$$

$$\alpha_T = \frac{1 - \varepsilon_3^T}{1 - \varepsilon_3}. \quad (4)$$

Чтобы выравнивать сравниваемые варианты по количеству производимой продукции необходимо в I варианте в интервале времени $[T, T+1; T]$ предусмотреть на компенсирующем (замыкающем) предприятии ежегодное производство недостающей продукции в количестве $(\gamma_L - \gamma_X) \cdot A$, а во II варианте в интервале времени $[1; T]$ — в количестве $(\gamma_L - \gamma) \cdot A$.

Обозначив замыкающие затраты на 1 т конечной продукции через q_k , определим полные (с учетом компенсационных) затраты по вариантам за весь срок отработки месторождения (этапа). При этом, очевидно, затраты на замыкающем предприятии под действием научно-технического прогресса изменяются по той же закономерности.

С учетом изложенного полные затраты по I варианту будут:

$$\sum_{i=1}^T Z_i A_i = [Z_L \alpha_{T,1} + Z_X (\alpha_T - \alpha_{T,1}) + q_k (\gamma_L - \gamma_X) (\alpha_T - \alpha_{T,1})] A, \quad (5)$$

а по II варианту:

$$\sum_{i=1}^T Z_i A_i = [Z \alpha_T + q_k (\gamma_L - \gamma) \alpha_T] A. \quad (6)$$

Вычтя из затрат II варианта затраты I варианта, определим искомый экономический эффект Э:

$$\begin{aligned} \text{Э} = Z A \alpha_T + q_k A (\gamma_L - \gamma) \alpha_T - [Z_L A \alpha_{T,1} + Z_X A (\alpha_T - \alpha_{T,1}) + \\ + q_k A (\gamma_L - \gamma_X) (\alpha_T - \alpha_{T,1})]. \end{aligned} \quad (7)$$

Преобразуем выражение (7) с учетом того обстоятельства, что производство замыкающих затрат q_k на выход концентрата γ представляет собой извлекаемую ценность 1 т руды соответствующего класса. Обозначим ее через $u_{\text{ц}}$. Тогда экономический эффект может быть представлен в следующем виде:

$$\text{Э} = [(u_{\text{ц}L} - Z_L) \alpha_{T,1} + (u_{\text{ц}X} - Z_X) (\alpha_T - \alpha_{T,1}) - (u_{\text{ц}} - Z) \alpha_T] A. \quad (8)$$

Нетрудно убедиться, что разность между извлекаемой ценностью 1 т руды в замыкающих затратах и индивидуальными затратами на добычу и переработку 1 т руды представляет собой дифференциальную ренту. Следовательно, экономический эффект от рассмотренного мероприятия представляет собой алгебраическую сумму дифференциальных рент по отработке лучших, худших и усредненных ресурсов с учетом фактора времени.

В частном случае, когда «лучшие» и «худшие» ресурсы месторождения практически не отличаются качеством сырья ($\gamma_L = \gamma_X$, а различие заключается в горнотехнических и горногеологических условиях разработки (мощность, морфология и условия залегания рудных тел,

физико-механические свойства руды и вмещающих пород, гидрогеологические и др. условия), то, как это видно из формулы (7), экономический эффект будет:

$$\mathcal{E} = [(Z_x - Z_n) z_{T_n} - (Z_x - Z) z_T] A. \quad (9)$$

В пределах расчетной экономии могут предусматриваться затраты на сохранение ресурсов последующей отработки.

В условиях прогрессивно возрастающих объемов добычи полезных ископаемых, ухудшения природных условий разведываемых и разрабатываемых месторождений исключительно важное значение приобретают вопросы оценки, учета и сохранения забалансовых запасов—как сырья будущего.

Однако до настоящего времени отсутствуют объективные методы оценки забалансовых запасов. Причина заключается в том, что статические методы способны оценить народнохозяйственное значение ресурса лишь с позиций сегодняшнего дня. Забалансовые же запасы—потенциальные минеральные ресурсы—могут быть оценены с помощью динамических методов, учитывающих фактор времени.

Определим ориентировочное время перевода забалансовых запасов в балансовые. Вначале остановимся на известных аксиоматических положениях. Во-первых, чем меньше отношение (или разность) между кондиционными и фактическими показателями, тем раньше возможен перевод забалансовых запасов в балансовые. Во-вторых, чем выше интенсивность разработки минеральных ресурсов, тем быстрее наступает ухудшение природных условий эксплуатируемых месторождений, а также рост цен и замыкающих затрат. На это обстоятельство обращают внимание многие советские и зарубежные исследователи. Так, Ю. В. Яковец [8] отмечает, что «тенденция к относительному и абсолютному удорожанию минерального сырья имеет объективную основу» и, что это связано «прежде всего с ухудшением естественных условий производства в связи с высокими темпами развития горной промышленности».

Пусть в момент оценки приведенные затраты на добычу и переработку 1 т руды составили $Z_{пр}$, а извлекаемая ценность— $Иц$, причем $Z_{пр} > Иц$, то-есть запасы квалифицируются как забалансовые. Тогда при показателе научно-технического прогресса ε_n и показателе годового изменения замыкающих затрат ε_u через τ лет будет достигнуто равенство:

$$u_n \cdot \varepsilon_u^\tau = Z_{пр} \cdot \varepsilon_n^\tau. \quad (9)$$

Равенство (9) при $Z_{пр} > Иц$ может иметь место при единственном условии: $\varepsilon_u > \varepsilon_n$. В противном случае левая часть формулы (9) при любом значении τ будет меньше правой, а следовательно, забалансовые запасы никогда не могут быть переведены в балансовые, что противоречит действительности. Тогда из уравнения (9) легко определить время τ , начиная от момента оценки, возможного перевода забалансовых запасов в балансовые:

$$\tau = \frac{\lg Z_{пр} - \lg u_n}{\lg \varepsilon_u - \lg \varepsilon_n}. \quad (10)$$

Показатели ε_3 и ε_{II} могут быть определены методом прогноза научно-технического прогресса и состояния минерально-сырьевой базы в перспективе с учетом фактического ее положения и темпов освоения, а также статистическими методами анализа.

Известно, что забалансовыми запасами могут быть представлены как месторождения в целом, так и отдельные части месторождений с балансовыми запасами. В свою очередь, забалансовые запасы на месторождениях промышленно ценных руд могут быть представлены как отдельными изолированными участками, состоящими из ряда тел полезных ископаемых, так и отдельными частями (подсчетными или эксплуатационными блоками), расположенными внутри общих контуров балансовых запасов.

В последнем случае при разработке балансовых запасов эксплуатационные условия забалансовых запасов могут ухудшиться настолько, что их последующая отработка будет практически неосуществимой. В то же время забалансовые запасы являются одним из источников расширения минерально-сырьевой базы в перспективе, а поэтому в ряде случаев необходимо обеспечить их сохранность для использования в будущем.

Если принять, что забалансовые запасы, расположенные в общих контурах балансовых запасов, не могут служить в обозримой перспективе самостоятельным объектом эксплуатации (то есть после ликвидации предприятия, функционировавшего на базе балансовых запасов данного месторождения), то на эксплуатируемом месторождении забалансовые запасы могут представить промышленный интерес при условии: $\tau \leq T_3$, где T_3 —время полной отработки балансовых запасов. Если же месторождение не эксплуатируемое, то к величине T_3 необходимо прибавить время от момента оценки до начала эксплуатации.

С учетом изложенного представляется возможным создание классификации забалансовых запасов, основным классификационным признаком которой может быть время перевода их в балансовые, а вспомогательными—пространственное расположение по отношению к балансовым запасам, степень разведанности.

Использование предложенной методики и классификации позволит определить, хоть и ориентировочно, но расчетным путем параметры кондиций для забалансовых запасов с учетом времени τ , что позволит дать динамическую оценку минерально-сырьевых ресурсов, предусмотреть необходимые мероприятия для их охраны и последующего рационального использования.

Ереванский политехнический
институт

Поступила 7. IV. 1984.

ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԱՌԱՆՁԻՆ ՄԱՍԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՀԱՆՄԱՆ ՀԵՐԹԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ
ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԱՆԴՐՔԱԿԱՆՍԱՅԻՆ ՊԱՇԱՐՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՀԱՇՎԻ
ԱՌՆԵԼՈՎ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ԳՈՐԾՈՆԸ

Ա մ ֆ ո փ ու մ

Ստատիկ մեթոդները թույլ են տալիս լուծելու օգտակար հանածոների հանքավայրերի հետախուզման և արդյունահանման հետ կապված այնպիսի խնդիրներ, որոնք ելնում են ներկայիս առարեական պահանջներից: Իսկ գեղյման մեթոդի կիրառումը, որը հիմնված է ծախսերի արժեքազրկման և ժամանակի ազդեցության վրա, կարող է հանգեցնել մի շարք բացասական հետևանքների՝ բալանսային պաշարների կրճատմանը, շահագործման ընթացքում դրանց կորուստների աճին, ինչպես նաև մոտիկ ապագայում ծախսերի աճին:

Հողվածում առաջարկվող ժամանակի գործոնի հաշվի առնման մեթոդը հիմնված է գիտա-տեխնիկական առաջընթացի ցուցանիշի և եզրափակող ծախսերի ժամանակի ընթացքում փոփոխվելու կիրառման վրա: Հետադոտու-թյուններից հետո մշակվել են տնտեսական-մաթեմատիկական մոդելներ, որոնք թույլ են տալիս կարգավորելու հանքավայրերի բալանսային պաշարները ելնելով ժողովրդա-տնտեսական պահանջներից, ինչպես նաև կատարելու անդրբալանսային պաշարների արդյունաբերական գնահատումը՝ հաշվի առնելով նրանց տարածական տեղաբաշխումը:

Ju. A. AGHABALIAN

THE ORE DEPOSIT SEPARATE PARTS WORKING PRIORITY
CHOICE AND THE TRANS-BALANCE RESERVES
ESTIMATION WITH REGARD FOR THE TIME FACTOR

A b s t r a c t

Statical methods allows us to solve probleme connected with the ore deposits prospecting and working from a position of the present situation. As for the using of the discount method based on the expenditures devaluation and time effect, it can bring to a number of negative consequences i. e. to a decrease of balance reserves, to an increase of exploiting losses as well as to an increase of expenditures in the near future.

The suggested method with regarding for the time factor is based on the using of the scientific-technological progress index and of the complete expenditures changing in time. As a result of investigations economical-mathematical models are worked out allowing to range the ore deposits balance reserves from an economical position as well as to make an economical estimation of trans-balance reserves with regard for their spatial disposition.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные положения методики экономической оценки месторождений полезных ископаемых. М., ЦЭМИ АН СССР, 1974.
2. Временная типовая методика экономической оценки месторождений полезных ископаемых. М., 1980.
3. Клочков В., Чемыхин В. Фактор времени в буржуазной политической экономии. Экономические науки, № 11, 1978.
4. Козловский Е. А. Минерально-сырьевая база и фактор времени. Советская геология, № 3, 1979.
5. Агабалян Ю. А. Неприемлемый принцип оценки месторождений полезных ископаемых. Народное хозяйство Армении, № 2, 1978.
6. Агабалян Ю. А. Метод дисконтирования и рациональное использование минерального сырья. Советская геология, № 6, 1980.
7. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. Перевод с французского. М., Мир, 1968.
8. Яковец Ю. В. Движение цен минерального сырья. Вопросы экономики, № 6, 1975.