

УДК 504.55.054:622(470.6)

ББК 33.3

Г 60

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЦЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Рецензирована)

Голик Владимир Иванович,

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия-Алания, 8 952 839 45 99, v.i.golik@mail.ru

Разоренов Юрий Иванович,

доктор технических наук, профессор, ректор Северо-Кавказского горно-металлургического института (ГТУ), г. Владикавказ.

Полухин Олег Николаевич,

доктор политических наук, профессор, ректор Белгородского государственного университета

Аннотация. Дан анализ методов определения экономических параметров разработки рудных месторождений. Описаны социальные результаты использования месторождения. Охарактеризованы природоохранные технологии добычи металлов на основе комбинирования способов управления состоянием массива. Показано, что может быть прибыльной и безотходная утилизация хвостов обогащения.

Ключевые слова: экономика, месторождение, технология, добыча, руда, металлы, прибыль.

ECONOMIC CRITERIA OF VALUE OF THE ORE DEPOSIT

Golik Vladimir Ivanovich,

doctor of Technical Sciences, professor, senior researcher of Center for Geophysical Research Vladikavkaz Scientific Center of RAS and the Government of the Republic of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz. Ph.: (952) 839 45 99, e-mail: v.i.golik@mail.ru

Razorenov Yuriy Nikolaevich,

doctor of Technical Sciences, professor, Rector of the North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz.

Polukhin Oleg Nikolaevich,

Doctor of Political Sciences, professor, Rector of the Belgorod State University.

Summary. The given is the analysis of methods for determining the parameters of economic development of ore deposits. The social results of the deposit exploitation are given. The environment-saving technologies of extraction of metals by combining methods of controlling the state of the deposit are outlined. Profitable and non-waste disposal of tailings is shown as well.

Keywords: economy, deposit, technology, mining, ore, metals, profit.

В статье Голик В.И., Заалишвили В.Б., Геращенко В.М. «Экономические аспекты диверсификации горного производства России»¹ были охарактеризованы экономические аспекты диверсификации горного производства России, перспективы ориентации технологической диверсификации на использование отходов переработки металлических

званных экономические аспекты диверсификации горного производства России, перспективы ориентации технологической диверсификации на использование отходов переработки металлических

руд и инновационные технологии извлечения металлов путем механохимической активации. В качестве критерия эффективности технологии предложена ее корректность по отношению к природе. Ключевой проблемой реализации этого направления является обоснование его экономической эффективности. К этой проблеме близка по содержанию настоящая статья, развивающая взгляды известного в мире горного экономиста проф. Шестакова В.А.

Стоимостная оценка результатов освоения месторождения определяется как сумма основных и сопутствующих результатов. При комплексном освоении месторождений: основное полезное ископаемое, попутные полезные ископаемые, используемые отходы, социальные и экологические последствия горных работ.

Вероятностные методы применяются для оценки точности подсчета величины запасов и содержания металлов в руде, при опробовании руд, особенно в условиях рудных месторождений сложной структуры.

Они находят применение при исследовании стохастических процессов, например, выпуск руды из блоков, усреднение и шихтовка руд и т.п.

Без вероятностной оценки невозможно обоснование оптимальной величины вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов, оптимизация календарного плана строительства и эксплуатации рудника, определение производственной мощности рудника, прогнозирование аспектов производства.

Валовая ценность руды в массиве, руб./т[1]:

$$C_{ВЗ} = \sum_{j=1}^m C_j \frac{C_{Kj}}{\beta_j}, C_{ВЗ} = 0,01 \sum_{i=1}^n C_i C_i', C_{ВЗ} = \sum_{i=1}^n C_i C_i',$$

где C_i и C_j – содержание i -го и j -го металлов в руде балансовых запасов, %, г/т, кг/т; β_j – содержание металлов в j -й конечной продукции, %; C_{Kj} – цена j -го конечного продукта, руб/т; C_i и C_i' – цена i -го металла в руде балансовых запасов, руб/т, руб/т; n – количество полезных компонентов в руде; m – число товарных продуктов.

Валовая ценность добытой рудной массы, руб./т:

$$C_{ВД} = \sum_{j=1}^m a_j \frac{C_{Kj}}{\beta_j}, C_{ВД} = \sum_{i=1}^n a_i C_i', C_{ВД} = 0,01 \sum_{i=1}^n a_i C_i',$$

где a_i , a_j – содержание i -го и j -го металлов в добытой рудной массе, %, г/т, кг/т.

Валовая ценность руды зависит от содержания полезных компонентов, но ценность и полезность месторождения определяется не только содержа-

нием полезных компонентов. Иногда оказываются высокоценными месторождения со сравнительно невысоким содержанием полезных компонентов, но большие по масштабам и расположенные в благоприятных горно-геологических и экономических условиях. И, наоборот, малоценным может оказаться месторождение с высоким содержанием полезных компонентов, но малое по масштабам и неудобное для разработки.

Однако показатели валовой ценности как руды в массиве, так и добытой рудной массы практического значения не имеют, а служат ориентиром, к которому нужно стремиться.

Для практической оценки запасов важнее извлекаемая ценность добываемой рудной массы, а в качестве критерия ценности месторождения – прибыль или дифференциальная горная рента. Критерием ценности добываемой рудной массы является разность между ее извлекаемой ценностью и затратами на добычу и переработку, руб./т[2]:

$$d_d = C_d - c_d,$$

где C_d – затраты на добычу и переработку 1т рудной массы; d_d – прибыль, получаемая в расчете на 1т добытой рудной массы, руб; C_d – извлекаемая ценность добытой рудной массы, руб /т.

Иногда применяют критерий ценности – прибыль на 1т руды балансовых запасов, руб./т:

$$d_d = \frac{1-P}{1-P} (C_d - c_d),$$

где P и P – потери и разубоживание руды, доли ед.

Затраты на добычу и переработку, руб./т:

$$c_d = \frac{1-P}{1-P} A_1 + A_2,$$

где A_1 – условно-постоянная часть затрат на добычу руды (разведку, амортизацию, подготовительно-нарезные работы, отбойку и крепление) в расчете на 1т руды балансовых запасов, руб; A_2 – условно-переменная часть затрат на добычу, транспорт и переработку в расчете на 1т добываемой рудной массы.

Интегральная ценность месторождения, руб./т:

$$D = Qdb = \frac{1-P}{1-P} (C_d - c_d) Q,$$

где Q – запасы месторождения, т.

Горные экономисты считают необходимым оценивать месторождения не по прибыли, а на основе дифференциальной горной ренты (дифференциального дохода), вместо отпускной цены, используя показатели худших в отрасли предприятий 3з и капиталовложения. Абсолютная ценность 1т руды месторождения, руб./т:

$$d_p = \frac{1 - P}{1 - P} (Z_3 - c_d),$$

а интегральная ценность месторождения:

$$D_3 = \sum_{K=1}^t A_K d_{3K} = \sum_{K=1}^t A_K (Z_{3K} - c_{DK}).$$

где t – срок отработки месторождения, лет;
 A_K – годовая производственная мощность рудника в k – том году.

При оценке месторождения учитывают эффективность капиталовложений, поэтому определяют величину срока окупаемости капиталовложений, лет [3]:

$$T = \frac{K}{A(C_d - c_d)} = \frac{K_{уд}}{C_d - c_d},$$

где A – годовая производственная мощность рудника, т/год; K и $K_{уд}$ – сумма капитальных и удельных капитальных затрат.

Экономический эффект от эксплуатации месторождения может быть определен за какой-то период времени t , руб.:

$$\mathcal{E}_t = P_t - Z_t,$$

где \mathcal{E}_t – экономический эффект от эксплуатации месторождения за период t лет, руб.; P_t – стоимостная оценка результатов, полученных от эксплуатации месторождения за расчетный период, руб.; Z_t – стоимостная оценка затрат на осуществление работ по эксплуатации месторождений за расчетный период, руб.

Если данные по запасам и содержанию в них металлов подтверждаются на 100%, стоимостная оценка результатов за расчетный период, руб. :

$$P_t = \sum_{t=t_H}^{t_K} p_t \alpha_t,$$

где p_t – стоимостная оценка результатов в t -ом году расчетного периода, руб; t_H и t_K – начальный и конечный год расчетного периода; α_t – коэффициент приведения разновременных затрат.

Если затраты и результаты приводятся к последующему году:

$$\alpha_t = (1 + E_H)^{t_p - 1},$$

где E_H – норматив приведения разновременных затрат; t_p – расчетный год; t – год, затраты и результаты которого приводятся к расчетному году.

Если затраты и результаты приводятся к предыдущему году:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E_H)^{t_p - 1}},$$

Оценка основных результатов в какой-то t -й год, руб.:

$$P_t^0 = A_t C_{Dt},$$

где A_t – производственная мощность рудника (шахты, карьера) в t -ом году, т/год; C_{Dt} – извлекаемая ценность добытого в t -ом году полезного ископаемого, руб/т. Стоимостная оценка результатов руб.:

$$P_t^c = \sum_{j=1}^n R_{jt} a_{jt},$$

– стоимостная оценка сопутствующих социальных и экологических результатов использования месторождения и его отдельных компонентов, руб;

P_t^c – величина отдельного j -го результата с учетом его масштаба использования в t -ом году; R_{jt} – стоимостная оценка единицы j -го результата в t -м году, руб; a_{jt} – количество показателей, учитываемых в случае положительного воздействия горных работ на окружающую среду.

В качестве социальных результатов использования месторождения служат: высвобождение определенного количества трудовых ресурсов, увеличение расходов на соцкультбыт, приходящихся на одного трудящегося и т.п.

Так, результаты использования месторождений России, СССР и СНГ способствовали достижениям в социальной сфере: самый низкий пенсионный возраст; бесплатное образование и медицинское обслуживание; низкая квартплата и бесплатное предоставление жилья; низкие транспортные и почтовые расходы; стабильные цены на продовольствие и др. Люди забыли, что такое безработица, бездомность, безграмотность.

В качестве экологических результатов могут быть приняты уменьшение землеемкости производства, повышение продуктивности природных ресурсов и другие показатели, характеризующие снижение вредного влияния горных работ на окружающую среду. Лучшими результатами характеризуются технологии добычи металлов на основе комбинирования способов управления состоянием массива с использованием массивов из твердеющих смесей на основе хвостов обогащения и хвостов подземного выщелачивания металлов.

Технология подземного выщелачивания включает выдачу большей части руды на поверхность, доставка ее на завод, дробление и измельчение, процесс извлечения металла, транспортировку и складирование хвостов, которые, оставаясь в выработанном пространстве, после естественного твердения участвуют в управлении состоянием массива. Экономия от сокращения этих расходов позволяет предприятиям окупить затраты на модернизацию

своей инфраструктуры при освоении новых технологий.

Природоохранные концепции современности исходят из того, что поскольку оценить действительный ущерб Человеку, флоре и фауне от хранения хвостов нет возможности, следует исключить саму возможность нанесения этого ущерба, т.е. хвосты не хранить, а утилизировать. Актуальность проблемы утилизации хвостов повышается тем, что в горнодобывающей отрасли получают развитие природоохранные технологии подземного способа разработки месторождений с закладкой техногенных пустот твердеющими смесями, для которых хвосты переработки могут быть сырьем.

В условиях некоторых горнодобывающих предприятий безотходная утилизация хвостов обогащения может быть прибыльной даже без производства продукции из утилизируемых хвостов, если при этом опасность для окружающей природной среды велика и уменьшается радикально [7]:

$$\Xi = \sum_{t=1}^T (\sum_{i=1}^n C_{\delta_i} - \sum_{i=1}^n C_{\alpha_i}) Q_t$$

где $C_{\delta i t}$ – базовые затраты на содержание отходов вида i в период t ;

$C_{\alpha i t}$ – новые затраты на содержание отходов вида i в период t ;

Q_t – объем утилизируемых хвостов в период t ;

n – виды отходов переработки, $i=1,2,\dots,n$.

Затраты на производство товарного продукта и использование продукции месторождения:

$$Z_T = Z_T^П + Z_T^K,$$

где $Z_T^П$ и Z_T^K – затраты на производство и использование продукции горного предприятия за расчетный период, руб.

Затраты на производство и использование продукции из добываемого полезного ископаемого [4]:

$$Z_T^П = \sum_{t=t_H}^{t_K} Z_t^П \alpha_t = \sum_{t=t_H}^{t_K} (C_{II} + K_{II} + L_{II}) \alpha_t,$$

$$Z_T^K = \sum_{t=t_H}^{t_K} Z_t^K \alpha_t = \sum_{t=t_H}^{t_K} (C_{IK} + K_{IK} - L_{IK}) \alpha_t,$$

где $Z_T^П$ и Z_T^K – величина затрат всех ресурсов при производстве и использовании продукции горного предприятия в t -ом году, руб;

C_{IK} и C_{II} – эксплуатационные затраты на производство и использование продукции в t -ом году без учета амортизационных отчислений на реновацию, руб;

K_{II} и K_{IK} – капитальные затраты на производство, использование продукции в t -ом году, руб;

L_{II} и L_{IK} – остаточная стоимость основных

фондов при производстве и использовании, выбывающих в t -ом году, руб.

Если показатели эксплуатации месторождения в течение расчетного периода постоянны, экономический эффект:

$$\Xi_T = \frac{P_T - Z_T}{K_P + E_H},$$

где P_T – неизменная по годам расчетного периода стоимостная оценка результатов эксплуатации месторождения при той или иной технологии горных работ, включающая основные и сопутствующие результаты, руб; Z_T – неизменные по годам расчетного периода затраты на производство и реализацию продукции от эксплуатации месторождения:

$$Z_T = I + (K_P + E_H)K,$$

где I – годовые издержки при использовании продукции (без учета амортизации на реновацию); K_P – норма реновации основных фондов при использовании продукции.

$$K_P = \frac{E_H}{(1 + E_H)^{t_{cl} - 1}},$$

где t_{cl} – срок службы средств и орудий труда долговременного применения (техники); K – одно-временные (капитальные) затраты на использование продукции (в случае их распределения по времени они приводятся по фактору времени к расчетному году).

В промышленности строительных материалов свои особенности и требования к качеству добываемых полезных ископаемых. В нерудной промышленности известняки, песчаники и другие каменные материалы, являющиеся готовой продукцией, характеризуются такими качественными показателями, как прочность, загрязненность глинистыми и илистыми частицами, выдержанность по фракциям, минимальное смешивание продукции как по показателям размерности и т.п.

Ценность добываемого нерудного сырья определяется факторами: выход щебня, строительного песка и отсева, выход вырабатываемых фракций, выход негабаритов, выход щебня различных марок (различной прочности), содержание глинистых и илистых частиц в щебне, содержание других слабых пород в конечном продукте.

Ценность добытого нерудного строительного сырья, руб./т:

$$1 - \alpha - \beta - \gamma_H) \sum_{i=1}^n \gamma_i (C_i + \sum_{j=1}^m \Delta C_{ij}) + \gamma_H \sum_{i=1}^n (C_{H_i} + \sum_{j=1}^m \Delta C_{H_{ij}}) + \beta (C_{II} + \Delta C_{II}),$$

где α – отсев мелочи на первой стадии грохочения, доли ед.; β – выход песка, пригодного для использования, доли ед.; γ_H – выход негабаритов, доли ед.; γ_i – выход i -й фракции щебня, доли ед.;

p – число фракций щебня; C_i – отпускная цена i -й фракции щебня с базовой прочностью, руб/м³; C_{ij} – доплата за повышенный по сравнению с базовой продукцией j -й фракции щебня, полученного из негабаритного камня, руб/м³; C_{Ni} – отпускная цена i -й фракции щебня, полученного из негабаритного камня, руб/м³; ΔC_{Nij} – доплата за повышенный по сравнению с базовой продукцией j -й показатель качества i -й фракции щебня, полученного из негабаритного камня, руб/м³; $C_{П}$ – отпускная цена песка, руб/м³; $\Delta C_{МП}$ – надбавка за дробленный песок за его промывку или обогащение, руб/м³.

При разработке месторождений пильного камня не только используют добываемое полезное ископаемое, но и выработанное пространство. В этом случае извлекаемая ценность добываемого результата, руб./т:

$$C_{д} = \sum_1^n \gamma_k C_k + \gamma_b C_b + \gamma_m C_m + C_{вп} (1 - \varphi) + \gamma_6 C_6,$$

где γ_k и C_k – выход и отпускная цена камня высших сортов, доли ед., руб/м³; γ_b и C_b – выход и отпускная цена камня для внутренней кладки, доли ед., руб/м³; γ_m и C_m – выход и отпускная цена камня, выламываемого вручную, доли ед., руб/м³; γ_m и C_m – выход и отпускная цена мелочи, доли

ед., руб/м³; $C_{вп}$ – стоимость 1 м³ выработанного пространства, руб; φ – доля закладки, крепи и т.п. в общем объеме выработанного пространства, доли ед.

Повышение точности экономической оценки горного производства обеспечивается учетом перспектив технологической диверсификации на использование природоохраных технологий, гарантирующих корректность по отношению к природе. Ключевой проблемой реализации этого направления является обоснование экономической эффективности новаций в горном производстве.

ИСТОЧНИКИ:

1. Шестаков, В.А. Методические основы оценки месторождений и вовлечения в эксплуатацию забалансовых руд / В.А. Шестаков, А.Н. Дулин. – Новочеркасск: НПИ, 1986. – 86 с.
2. Шестаков, В.А. Научные основы выбора и экономической оценки систем разработки рудных месторождений. – М.: Недра, 1976. 271 с.
3. Шестаков, В.А. Обоснование оптимального уровня потерь и разубоживания на рудниках Садонского свинцово-цинкового комбината, установление нормативов потерь, разубоживания. – Новочеркасск: НПИ, 1986. – 41 с.
4. Шестаков, В.А. Оптимизация производственной мощности рудника и порядка отработки запасов / В.А. Шестаков, С.О. Версиков, А.В. Дулин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. – № 9. – С. 64.