

С.О. Версильов, В.В. Сергеев, И.В. Вихренко, С.Г. Шестак

**О ПРИНЦИПАХ ПОСТРОЕНИЯ
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕРУДНЫХ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ**

Кроме оценки эффективности применения различных схем переработки иногда необходимо учитывать то обстоятельство, что при разработке месторождений нерудных стройматериалов часто используется не только добываемое полезное ископаемое, но и выработанное пространство.

Ключевые слова: нерудные стройматериалы, логистика, экономико-математическая модель, выработанное пространство.

В процессе переработки сырья месторождений нерудных стройматериалов, ценность добываемого (исходного) нерудного сырья, определяется следующими 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.

В общем виде ценность добытого нерудного строительного сырья может быть определена (в руб./м³) по формуле

$$C_n = (1 - \alpha - \beta - \gamma_n) \sum_{i=1}^n \gamma_i \left(C_i + \sum_{j=1}^m \Delta C_{ij} \right) + \gamma_n \sum_{i=1}^n \left(C_{ni} + \sum_{j=1}^m \Delta C_{nij} \right) + \beta (C_n + \Delta C_{мп}),$$

где α – отсев мелочи на первой стадии грохочения, доли ед.; β – выход песка, пригодного для использования, доли ед.; γ_n – выход неиспользуемых негабаритов, доли ед.; γ_i – выход i -й фракции щебня, доли ед.; n – 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 показатель качества i -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_n – отпускная цена песка, руб./м³; $\Delta C_{мп}$ – надбавка на дробленый песок за его промывку или обогащение, руб./м³.

Величина извлекаемой ценности добываемых нерудных стройматериалов должна определяться характеристиками минеральных потоков при их переработке. В общем виде она может быть определена по формуле (руб./т)

$$C_{мп} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \sum_{j=1}^m \gamma_{nij} \cdot C_{ij},$$

где n – число направлений использования добытого камня; m – число стадий переработки каменного материала; γ_{ij} – выход j -го конечного продукта i -й доли

известняка; U_{ij} – отпускная цена i -й доли продукта j -й стадии переработки, руб./т; γ_i – доля добытого полезного ископаемого по i -му направлению, доли ед.

Например, извлекаемая ценность добываемого и перерабатываемого известняка в ЗАО «Известняк» (Карачаево-Черкессия) при базовом варианте определяется, исходя из того, что весь объем щебня разделяется на три основных минеральных потока: 42% общей добычи продается в виде необожженного щебня на сахарные заводы, такой же щебень более низкого качества в количестве 16% продается в строительные организации, а из остальных 15% щебня производится жженая известь. Таким образом:

$$U_{\text{дпб}} = \gamma_{\text{ш1}} \cdot U_{\text{ш1}} + \gamma_{\text{ш2}} \cdot U_{\text{ш2}} + \gamma_{\text{ш3}} \cdot \gamma_{\text{ж}} \cdot U_{\text{ж}}, \text{ (руб./т)}$$

где $\gamma_{\text{ш1}}$ и $U_{\text{ш1}}$ – доля щебня, продаваемого сахарным заводам (доли ед.), и его цена (руб./т); $\gamma_{\text{ш2}}$ и $U_{\text{ш2}}$ – доля щебня, продаваемого строительным организациям (доли ед.), и его цена (руб./т); $\gamma_{\text{ш3}}$ и $\gamma_{\text{ж}}$ – доля щебня для обжига во вращающейся трубчатой печи (доли ед.) и выход жженой извести (доли ед.).

В зависимости от крупности фракций и прочности щебня цена на щебень изменяется в довольно широких пределах.

В качестве одного из вариантов производственной модели можно рассмотреть систему, при которой в технологию переработки вовлекаются негабариты. При этом не только снижаются потери полезного ископаемого при добыче, но и соответственно снижаются затраты на складирование негабаритов, а также увеличивается производственная мощность предприятия по переработке при той же добыче (благодаря чему уменьшаются условно-постоянные затраты: не надо ничего строить и дополнительно покупать, а можно использовать имеющееся на любом карьере оборудование).

Для оценки эффективности вовлечения в переработку негабаритов сравним два возможных варианта добычи и переработки известняка на ЗАО «Известняк», из которых один – применяющаяся в настоящее время технологическая схема минеральных потоков (базовый вариант) и второй – вариант с дополнительным вовлечением в переработку негабаритов. Поскольку при новом варианте не требуется никаких дополнительных капитальных затрат (по сравнению с базовым вариантом) и сколько-либо существенных затрат времени на освоение технологии дробления негабаритов, сравнение этих вариантов может быть осуществлено за короткий период времени, например, за год.

При базовом варианте за критерий эффективности может быть принята сумма годовой прибыли предприятия с базовой производственной мощностью (руб./год)

$$\Pi_{\text{рбг}} = A_{\text{б}} (U_{\text{дпб}} - C_{\text{дпб}})$$

где $A_{\text{б}}$ – производственная мощность по добыче используемого в дальнейшей переработке известняка при базовом варианте, т/год; $U_{\text{дпб}}$ и $C_{\text{дпб}}$ – извлекаемая ценность добытого и переработанного известняка и затраты на его добычу и переработку при базовом варианте, руб./т.

Затраты на добычу и переработку известняка при базовом варианте определяются по формуле (руб./т)

$$C_{\text{дпб}} = C_{\text{дб}} + C_{\text{дг}} + \gamma_{\text{ж}} \cdot C_{\text{ж}},$$

где $C_{\text{дб}}$ – затраты на добычу при базовом варианте, руб./т; $C_{\text{дг}}$ – затраты на дробление и грохочение при базовом варианте, руб./т; $C_{\text{ж}}$ – затраты на обжиг

известняка при базовом варианте, руб./т; $\gamma_{\text{ж}}$ – доля обжигаемого щебня, т/т или доли ед.

При новом варианте (с вовлечением в переработку негабаритов) годовая прибыль определяется по формуле (руб.)

$$\Pi_{\text{пр}} = A (\Pi_{\text{дп}} - C_{\text{дп}}),$$

где A – производственная мощность предприятия при новом варианте, т/год; $\Pi_{\text{дп}}$ и $C_{\text{дп}}$ – извлекаемая ценность и затраты на добычу и переработку при новом варианте, руб./т.

При первом новом варианте извлекаемая ценность добываемого и перерабатываемого известняка, в том случае, если щебень от дробления негабаритов будет продаваться в необоженном виде, определится по формуле (руб./т)

$$\Pi_{\text{дп1}} = (\gamma_{\text{ш1}} + \gamma_{\text{шн}}) \cdot \Pi_{\text{ш1}} + \gamma_{\text{ш2}} \Pi_{\text{ш2}} + \gamma_{\text{ш3}} \cdot \gamma_{\text{ж}} \cdot \Pi_{\text{ж}},$$

где $\gamma_{\text{шн}}$ – доля щебня из негабаритов, доли ед.

Если высококачественный щебень из негабаритов перерабатывается в трубчатой печи, то извлекаемая ценность определится по формуле (руб./т)

$$\Pi_{\text{дп2}} = \gamma_{\text{ш1}} \cdot \Pi_{\text{ш1}} + \gamma_{\text{ш2}} \cdot \Pi_{\text{ш2}} + (\gamma_{\text{ш3}} + \gamma_{\text{шн}}) \cdot \gamma_{\text{ж}} \cdot \Pi_{\text{ж}},$$

В первом случае затраты на добычу и переработку при новом варианте без учета роста производственной мощности предприятия определяются по формуле (руб./т)

$$C_{\text{дп1}} = C_{\text{дб}} + C_{\text{дг}} + (C_{\text{дг}} + C_{\text{др}}) \gamma_{\text{шн}} + \gamma_{\text{ж}} \cdot C_{\text{ж}},$$

а во втором случае

$$C_{\text{дп2}} = C_{\text{дб}} + C_{\text{дг}} + \gamma_{\text{шн}} (C_{\text{дг}} + C_{\text{др}}) + (\gamma_{\text{ж}} + \gamma_{\text{шн}}) \cdot C_{\text{ж}},$$

где $C_{\text{дб}}$ – затраты на добычу известняка при базовом и новом вариантах, руб./т; $C_{\text{дг}}$ – затраты на дробление и грохочение известняка при базовом варианте, руб./т; $C_{\text{ж}}$ – затраты на переработку добытого и дробленного известняка в трубчатой печи при базовом варианте, руб./т; $C_{\text{др}}$ – затраты на дробление негабаритов при новом варианте, руб./т.

С учетом изменения производственной мощности предприятия затраты определяются по формулам (руб./т)

$$C'_{\text{дп1}} = C_{\text{дп1}} \left(1 - \phi + \phi \frac{A_6}{A} \right),$$

$$C'_{\text{дп2}} = C_{\text{дп2}} \left(1 - \phi + \phi \frac{A_6}{A} \right),$$

где A_6 и A – производственная мощность предприятия по добыче и переработке известняка при базовом и новом вариантах, т/год; ϕ – доля условно-постоянных затрат в общих затратах на добычу и переработку при базовом варианте.

Кроме оценки эффективности применения различных схем переработки иногда необходимо учитывать то обстоятельство, что при разработке месторождений нерудных строительных материалов часто используется не только добываемое полезное ископаемое, но и выработанное пространство. Так, в выработанном пространстве Криковских шахт по добыче пильного камня с высокой

эффективностью работают винные заводы, овощные базы инкубаторы и т.д. На Зырянском руднике в подземных выработках работает цех по сварке металлов взрывом и т.д. Поэтому применительно к условиям таких месторождений извлекаемая ценность определится по формуле

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

где γ_k и C_k – выход и отпускная цена камня высших сортов, доли ед., руб./м³; γ_6 и C_6 – выход и отпускная цена камня для внутренней кладки, доли ед., руб./м³; γ_b и C_b – 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.

В условиях Криковских шахт по добыче пыльного камня ценность используемого выработанного пространства значительно больше ценности добытого пыльного камня.

Применительно к условиям разработки рудных месторождений цветных и черных металлов, горно-химического сырья также может быть учтена ценность используемого выработанного пространства. Она может быть определена (в руб./т) по формуле

$$C_{вп} = \frac{C_{впо} (1 - \phi) (1 - P)}{\gamma (1 - П)},$$

где $(1 - \phi)$ – доля используемого выработанного пространства, доли ед.; $C_{впо}$ – стоимость 1 м³ используемого выработанного пространства, занятого закладкой, целиками, крепью и т.д., руб./м³; γ – объемная масса руды, т/м³; $П$ и P – потери и разубоживание руды, доли ед.

Эта стоимость выработанного пространства должна быть прибавлена к извлекаемой ценности добываемой горной массы по вышеприведенным формулам. В будущем, по-видимому, эта доля ценности может расти в связи с наступающей тенденцией переноса многих производств, зданий и сооружений в подземные условия.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Версильев Сергей Олегович*¹ – доктор технических наук, профессор,
e-mail: versilov@bk.ru,

Сергеев Вячеслав Васильевич – доктор технических наук, профессор,
e-mail: tip_mavr@mail.ru,

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет),

Вихренко Иван Владимирович – начальник Межрайонного отдела
по государственному горному надзору,

Нижне-Донское управление Ростехнадзора России,
e-mail: ivan-vikhrenko@yandex.ru,

*Шестак Сергей Георгиевич*¹ – кандидат технических наук, доцент,
e-mail: sergeyshestak@mail.ru,

¹ Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт).

ON PRINCIPLES OF THE ECONOMIC MATHEMATICAL MODLES STRUCTURIZATION FOR THE PRODUCTIVE LOGISTICS OF THE NON-ORE BUILDING MATERIALS PLANTS

Versilov S.O.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: versilov@bk.ru,
Sergeev V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: tip_mavr@mail.ru,
North Caucasus Mining-and-Metallurgy Institute (State Technological University),
362021, Vladikavkaz, Russia,

Vikhrenko I.V., Head of Consolidated Department of the State Supervision of Mines,
Northern Caucasus Department, Federal Environmental, Industrial and Nuclear
Supervision Service of Russia, Shakhty, Russia, e-mail: ivan-vikhrenko@yandex.ru,

Shestak S.G.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: sergeyshestak@mail.ru,

¹ M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 346428, Novocherkassk, Russia.

Besides various schemes pretreatment efficiency estimation it is sometimes necessary to consider the fact that not only extracted mineral but the worked-out space is used for the non-ore building materials deposits development.

Key words: nonmetallic building materials, logistics, economic-mathematical model, developed space.



УМНАЯ КНИГА – ПРЕДМЕТ ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ

ИЗДАТЕЛЬ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ – РАВНОПРАВНЫЙ ПАРТНЕР УЧЕНОГО И ПЕДАГОГА



– Знаешь, дорогой издатель,
тебе и этого много

Автор – главное действующее лицо издательских процессов. Но, забывая об издателе, можно похоронить специальную книгу.

В нашей послереволюционной истории издатель занимал второстепенное, подчиненное положение, выполняя указания партийного начальства, министерских чиновников и других влиятельных граждан. Ни о какой самостоятельной издательской политике не могло идти речи. Следствием такой дискриминации стала катастрофическая нехватка квалифицированных издателей, понимающих стратегию книжного дела и его связи с культурой, образованием и наукой. Этим и объяснялись кризисные явления в отрасли.

Положение с издательскими кадрами не изменилось и в демократической России. Собственники издательств, продолжая советские традиции, экономят на зарплате издателей, используют их не по назначению, приказывают выпускать книги по своему усмотрению. Такой непрофессиональный подход тормозит развитие образования и культуры, а само книгоиздание может довести до гибели. Что же произойдет со многими научно-техническими издательствами?

Если и дальше издатель будет только техническим элементом вузов, НИИ, регионов и т.д., то специальная умная книга станет невостребованной, квалифицированные авторы вымрут, а читателям придется довольствоваться бульварным чтением, глянцевыми журналами и рекламными газетами. Уже сегодня найти опытного редактора непросто. Пренебрежение администраторов разных уровней к умной книге – серьезная ошибка, цена которой – отставание России от ведущих мировых держав. Поэтому самым подготовленным издателям придется самостоятельно брать на себя управление научно-техническим книгоизданием, больше никому.

Продолжение следует