

Н.С. Ларин**УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАРЬЕРОВ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АНАЛОГОВОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗАТРАТ**

Рассмотрены возможности управления основными технико-экономическими показателями карьеров, добывающих минеральное сырье для производства высококачественного щебня на основе аналогового метода оценки затрат. Проанализирована работа 10 российских предприятий по выпуску щебня из плотных изверженных пород, определены удельные затраты на производство единицы продукции. На основе полученных показателей составлена база данных карьеров-аналогов. С помощью регрессионного анализа имеющейся базы данных построен график и получено нелинейное уравнение зависимости удельных эксплуатационных затрат на 1 т добываемого минерального сырья от годовой производительности карьера по добыче для рассматриваемых карьеров-аналогов, определен коэффициент детерминации. На примерах рассмотрено практическое применение полученного нелинейного уравнения: при определении целесообразности изменения мощности группы предприятий, входящих в холдинг, при совместном рассмотрении; при предварительном прогнозировании минимальной мощности предприятия, в процессе которого достигается положительный экономический эффект.

Ключевые слова: производство щебня, производительность карьера, технико-экономические показатели, себестоимость, аналоговый метод оценки, удельные затраты, карьер-аналог, регрессионный анализ, коэффициент детерминации.

Современный рынок нерудных строительных материалов представлен большим количеством разнообразных предприятий, которые ведут разработку месторождений различного геологического строения. Особое внимание необходимо уделить обработке месторождений, образованных магматическими породами, т.к. именно месторождения данного генезиса пригодны для получения прочного щебня, используемого при строительстве транспортных сетей и долговечных железобетонных конструкций.

Спецификой предприятий, добывающих минеральное сырье для производства высококачественного щебня, является их географическая концентрация на территории небольших районов. Рыночная цена на щебень в определенном районе формируется

с учетом совокупности экономических критериев, а именно: себестоимости производства, стоимости доставки до потребителя, спроса на продукцию и др., и является приблизительно одинаковой величиной. Организации, функционирующие в указанном сегменте рынка, реализуют товар по среднерыночной цене, имея при этом различные технико-экономические показатели (ТЭП) работы предприятия.

В процессе эксплуатации карьера возникает некоторая сложность в предварительной оценке ТЭП работы предприятия. В связи с тем, что ТЭП остается конфиденциальной информацией и в некоторой степени инсайдерской, отдельно взятому предприятию часто не представляется возможным оценить эффективность своей деятельности в сравнении с предприя-

тиями-конкурентами и сделать выводы об эффективности своей работы, найти слабые места в технологической цепочке производства с точки зрения затрат.

Для достижения этих целей при определении способности предприятия снизить эксплуатационные расходы можно прибегнуть к аналоговому методу оценки затрат, который в данном случае будет заключаться в сопоставлении ТЭП оцениваемого объекта с такими же характеристиками карьеров-аналогов.

Реализация подобной операции требует создания и регулярного поддержания базы данных по эксплуатируемым карьерам-аналогам (также в базу возможно включение проектируемых и строящихся объектов с целью отслеживания появления в отрасли инновационных предприятий).

В геологической практике встречается термин «месторождение-аналог», используемый при оценке месторождений. При оценке деятельности карьеров, разрабатывающих плотные изверженные породы, сравнение производственных показателей по функционированию карьеров-аналогов до настоящего времени не получило распространения.

Таблица 1

Технико-экономические показатели карьеров-аналогов

Карьер, №	Объем добычи, тыс.т	Коэффициент вскрыши	Удельные затраты производства, руб/т
1	3510	менее 0,1	114,6
2	1435	менее 0,2	155,1
3	3180	менее 0,2	119,3
4	2673	менее 0,2	125,8
5	2610	менее 0,1	129,3
6	3002	менее 0,1	119,6
7	2561	менее 0,1	121,9
8	1973	менее 0,2	133,4
9	2255	менее 0,2	135,6
10	3050	менее 0,2	123,8

Карьерами-аналогами являются предприятия, ведущие открытую разработку месторождений однотипного вида сырья в условиях общей экономической модели, имеющие схожие горно-геологические условия эксплуатации, физико-механические свойства разрабатываемых пород, аналогичную комплексную механизацию и систему разработки, схожую экономическую географию.

Так, в качестве примера карьеров-аналогов можно привести открытую разработку месторождений плотных изверженных пород. По данным ОАО «Гипронеруд», мощность предприятий, производящих щебень из плотных изверженных пород, в среднем составляет от 1500 до 4000 тыс. т в год.

Для определения удельных затрат оцениваемых карьеров рассмотрим некоторые ТЭП карьеров-аналогов, представленных в табл. 1. Для анализа приняты данные 10 стабильно работающих отечественных карьеров. Все предприятия ведут разработку месторождений плотных изверженных пород открытым способом. Комплексная механизация представлена экскаваторно-транспортно-разгрузочным комплексом. Удельные затраты производства приведены без учета пе-

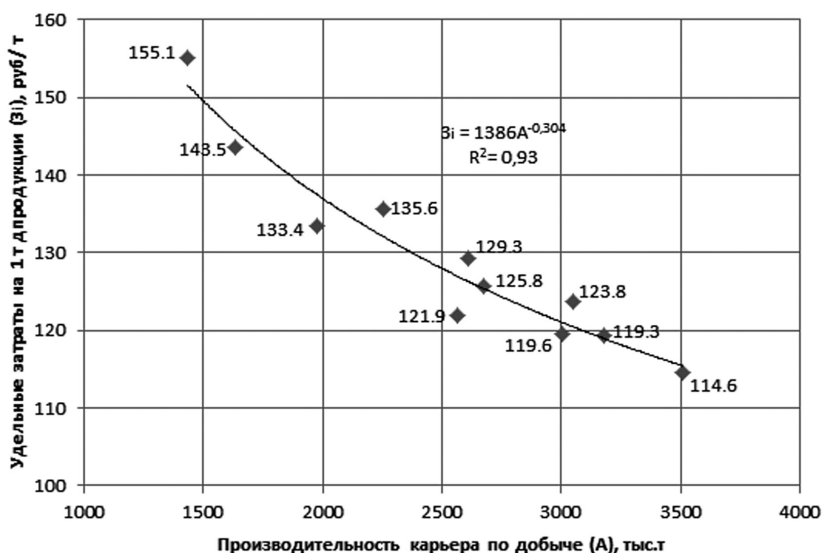


График зависимости удельных эксплуатационных затрат карьеров-аналогов от производительности по добыче

переработки сырья на дробильно-сортировочном заводе (учтены до разгрузки автосамосвала в приемный бункер установки первичного дробления).

Применив данные табл. 1, можно построить график зависимости удельных эксплуатационных затрат карьера на производство единицы продукции от производительности карьера (рисунк).

Зависимость удельных эксплуатационных затрат на 1 т добываемого минерального сырья (Z_i) от годовой производительности карьера по добыче (A_i) рассмотрена в исследованиях с использованием регрессионного анализа [1], где она достаточно точно описывается нелинейным уравнением вида можно записать нелинейным уравнением регрессии вида:

$$Z_i = a \cdot A_i^b, \quad (1)$$

где a и b – константы.

При построении графика, представленного на рисунке, было получено нелинейное уравнение вида:

$$Z_i = 1386 \cdot A_i^{-0.304} \quad (2)$$

Из уравнения (2) определим значения констант a и b :

$$a = 1386, \quad b = -0,304$$

Коэффициент детерминации, равный 93%, вполне достаточен [2, 3], для того чтобы сделать достоверный прогноз удельных затрат в зависимости от выбранной производительности карьера из анализируемого интервала значений.

Очевидно, что различие в величинах производительности карьера должно оказывать существенное влияние на возможное инвестирование открытой разработки месторождения. Тем не менее, удельные инвестиции следует использовать при индивидуальной оценке месторождения в процессе принятия решений по выбору инвестиционной стратегии с целью прогнозирования величин возможного спроса и предложения на минеральное сырье.

Рассмотрим холдинг N , объединяющий 2 карьера-аналога с годовым объемом производства добычных работ:

Карьер А – $A_1 = 2000$ тыс. т;

Карьер Б – $A_2 = 2800$ тыс. м³.

Руководством холдинга принято

Таблица 2

Сравнение затрат (без учета переработки и отгрузки) по вариантам

Показатель	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Производительность, тыс. т/год	$A_1 = 2000$ $A_2 = 2800$ $A_3 = 1000$	$A_1 = 3000$ $A_2 = 2800$	$A_1 = 2000$ $A_2 = 3800$
Суммарная мощность, тыс. м ³ /год	5800	5800	5800
Суммарные удельные затраты производства, руб/т	431,3	245,6	250,6

решение увеличить объем производства добычных работ на 1000 тыс. т. Исследуем возможные варианты увеличения объемов производства:

1. Ввести в эксплуатацию новый карьер мощностью 1000 тыс. т в год;

2. Увеличить объемы добычи на первом карьере до $A_1 = 3000$ тыс. м³ в год;

3. Увеличить объемы добычи на втором карьере до $A_2 = 3800$ тыс. м³ в год.

Применив предлагаемую методику определения затрат, получим суммарный объем эксплуатационных затрат по вариантам (табл. 2):

$$1. Z_1 + Z_2 + Z_3 = 1386 \cdot 2000^{-0,304} + 1386 \cdot 2800^{-0,304} + 1386 \cdot 1000^{-0,304} = 137,5 + 124,1 + 169,7 = 431,3 \text{ руб/т};$$

$$2. Z_1 + Z_2 = 1386 \cdot 3000^{-0,304} + 1386 \cdot 2800^{-0,304} = 121,5 + 124,1 = 245,6 \text{ руб/т};$$

$$3. Z_1 + Z_2 = 1386 \cdot 2000^{-0,304} + 1386 \cdot 3800^{-0,304} = 137,5 + 113,1 = 250,6 \text{ руб/т}.$$

Таким образом, расчеты показали, что применение варианта 2 (увеличить объем добычи на первом карьере до $A_1 = 3000$ тыс. т³ в год) приведет к минимальным суммарным удельным затратам по карьерам холдинга N на 1 т добытого в карьере сырья.

Можно сделать следующий вывод, что в условиях наличия крупных

холдингов, объединяющих несколько карьеров-аналогов, данная методика позволяет определить целесообразность изменения мощности того или иного предприятия при совместном рассмотрении.

Также, при известной средней цене на щебень в районе предполагаемого строительства нового горнодобывающего предприятия и приемлемом уровне прибыли для инвестора, преобразовав формулу (2) можно определить минимальную мощность предприятия, при которой достигается положительный экономический эффект:

$$A_i = \exp\left(\frac{\ln 1386 - \ln Z_i}{0,304}\right) \quad (3)$$

К примеру, необходимо определить минимальную мощность предприятия по выпуску щебня при цене реализации 1 т щебня 350 руб., планируемых затратах на переработку горной массы и ее отгрузку – 180 руб., ожидании инвестора получить прибыль с продажи 1 т щебня – 20 руб. Применив формулу (3) получим:

$$A_i = \exp\left(\frac{\ln 1386 - \ln 150}{0,304}\right) \approx 1500 \approx 1500 \text{ тыс. т}.$$

В результате, минимальная производительность карьера по добыче составляет 1500 тыс. т.

Полученное уравнение (3) следует использовать и при реконструкции карьеров для выявления возможного экономического эффекта при изме-

нении производительности карьера следует применять аналоговый метод оценки затрат, что позволит обосновать необходимость снижения или увеличения производительности горнодобывающего производства.

Таким образом, применение аналогового метода оценки затрат позво-

ляет достаточно точно управлять ТЭП карьеров, полученные уравнения (2) и (3) следует использовать с целью предварительной оценки удельных затрат на производство единицы продукции и нахождения оптимального объема производства горнодобывающего предприятия.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Ларин Николай Сергеевич – главный инженер, ОАО «Гипронеруд»,
e-mail: larin.nikolay84@gmail.com.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин С.И. Динамический метод оценки проектов карьеров / Межвузовский сборник научных трудов / Под ред. Г.А. Холоднякова (отв. ред.) и др. – СПб.: Изд-во СПбГИ, 1995. – 125 с., с ил.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрес-

сия = Applied Regression Analysis. – 3-е изд. – М.: Диалектик, 2007. – 912 с.

3. Малов С.В. Регрессионный анализ. Теоретические основы и практические рекомендации. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2013. – 276 с. **УДК**

UDC 622.271

MANAGEMENT OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS QUARRIES OF BUILDING STONE BASED ON AN ANALOG METHOD FOR ESTIMATING COSTS

Larin N.S., Chief Engineer, e-mail: larin.nikolay84@gmail.com, OJSC Gipronerud, Russia.

Possibilities of management of the main technical and economic indicators of quarries mining minerals for the production of high-quality crushed stone based on an analog method for estimating costs. The operation of 10 Russian enterprises manufacturing rubble of dense igneous rocks defined unit costs per unit of production. The database quarries-analogs are made on the basis of the received indicators. By means of the regression analysis of the available database the schedule is constructed and the nonlinear equation of dependence of specific operational costs per 1 ton of mineral produced from the annual performance quarry for considering a quarries-analog determined the coefficient of determination. Some examples of the practical application of the nonlinear equation in determining the feasibility of changing the power group companies of the holding, under the joint consideration; at preliminary forecasting of the minimum capacity of the enterprise, during which achieved a positive economic effect.

Key words: production of rubble, quarry productivity, technical and economic indicators, cost, analog method of evaluation, unit costs, quarry-analog, regression analysis, the coefficient of determination.

REFERENCES

1. Fomin S.I. *Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov*. Pod red. G.A. Kholodnyakova (Inter-university collection of scientific papers. Kholodnyakov G.A. (Ed.)), Saint-Petersburg, Izd-vo SPGGI, 1995, 125 p.
2. Dreiper N., Smit G. *Prikladnoi regressiionnyi analiz. Mnozhestvennaya regressiya = Applied Regression Analysis*. 3-e izd (Applied regression analysis. Multiple regression = Applied Regression Analysis, 3rd edition), Moscow, Dialektika, 2007, 912 p.
3. Malov S.V. *Regressiionnyi analiz. Teoreticheskie osnovy i prakticheskie rekomendatsii* (Regression analysis. Theoretical science and practical guidelines), Saint-Petersburg, Izd-vo SpbGU, 2013, 276 p.

