© Д.Р. Каплунов, Ю.И. Юров, 2006

УДК 622.272

Д.Р. Каплунов, Ю.И. Юров

ДИСКРЕТНО-НЕПРЕРЫВНЫЕ МОДЕЛИ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Семинар № 17

Относительно невысокая производительность труда, боль-шая капиталоемкость, длительные сроки сооружения и реконструкции отдельных горных предприятий являются следствием ряда нерешенных проблем в горной промышленности. Для проектных организаций отрасли это, прежде всего отсутствие научно-обоснованных критериев, необходимых для оптимизации технико-эконо-мических показателей при проектировании объектов строительства в различных регионах страны.

От системы обоснованности проектных решений зависят реальность всех основных утверждаемых плановых показателей, объективная оценка потенциальных возможностей предприятий в выпуске продукции.

Эффективность методов выбора проектных решений определяется не только тем, насколько полно и точно имеющиеся исходные данные отражают условия строительства и эксплуатации проектируемого горнодобывающего предприятия, но и тем. насколько правильно оценены технико-экономические последствия принятия решений в условиях постоянно уточняющихся исходных данных и ограничений.

Для решения задачи разработки дискретно-непрерывной модели (ДНМ), использование которой может существенно повысить адаптивность принимаемых проектных решений, нами в качестве основного принят метод функционального моделирования. При этом мы исходили из того, что функциональную модель в общем случае можно представить промежуточным объектом, который находится в отношении подобия к исследуемому объекту в натуре.

Приём функционального моделирования заключается в том; что на основе фактических данных рудников отрасли за определённый период времени строились факторные регрессионные модели, которые воспроизводят (моделируют) процессы

функционирования связей между характеристиками технологии, техники и организации производства, с одной стороны, и конечными показателями рудников - с другой. Такой подход позволяет комплексно оценивать технологические, технические и организационные факторы.

Для условий подземных рудников бывшего Минчермета СССР в качестве входных параметров комплексной модели функционирования технологии, техники и организации производства были выбраны показатели, именуемые часто параметрами производства:

- годовая мощность рудника, Аг (тыс. т);

- годовая производительность труда работающего по сырой руде, Ртр (т/чел-год);
- максимальная глубина разработки. h (м);
- удельный вес этажно - камерной системы разработки. Jэ.к (%);
- удельный вес системы разработки подэтажными штреками, Jп.ш (%);
- удельный вес системы подэтажного обрушения. Jп.о (%);
- удельный вес системы этажного обрушения, Jэ.о (%).

В качестве выходного параметра комплексной модели выбран показатель себестоимости добычи I т сырой руды $C_д$ (руб/т), исходя из того , что этот показатель является одним из конечных по процессу "добыча сырой руды", имеется в отчётных материалах рудников, входит составной частью в такие основные оценочные показатели как приведенные затраты, прибыль и рентабельность, отражает затраты живого и овеществленного труда и являются результатом функционирования комплекса технологии, техники и организации производства.

В качестве объекта исследования были приняты наиболее представительные подземные железорудные

С целью определения наиболее важных параметров производства путем последовательного подключения факторов нами был построен ряд многофакторных регрессионных моделей себестоимости, различавшихся по форме связи и по комбинациям фак-

Наиболее значимой оказалась следующая модель:

$$C_д = 337{,}7 P_{тр}^{-0{,}675} Ф_в^{0{,}407} A_г^{-0{,}093} \qquad (1)$$

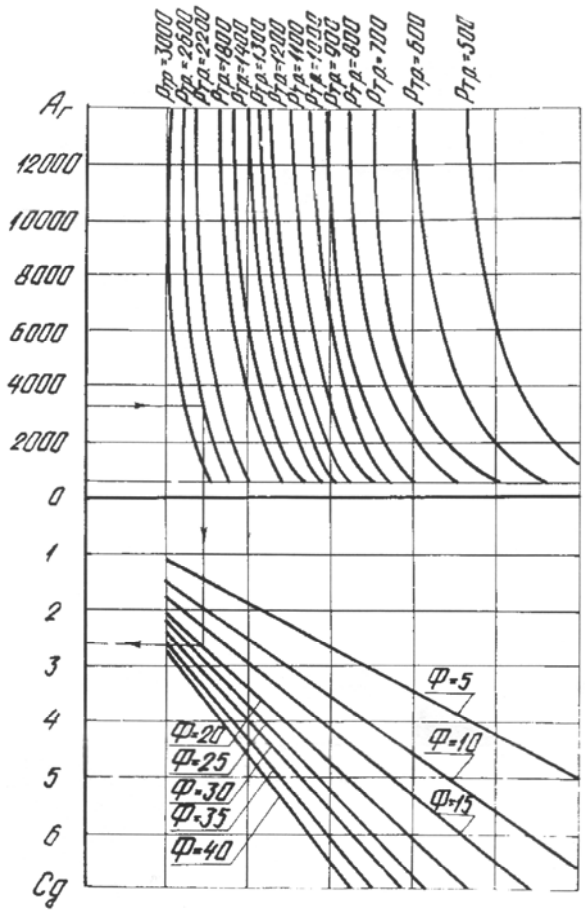
Следует заметить, что построенная модель себестоимости (1) обеспечивает достаточно высокую точность только для тех значений исследуемых факторов, которые находятся вблизи средних. Для остальных же значений факторов вычисленная себестоимость добычи руды будет тем больше отличаться от фактической, чем дальше отстоит соответствующее значение рассматриваемого фактора от средней величины для анализируемой совокупности данных, в силу наличия на каждом руднике своего, так называемого «производственного фона», характеризующего особенности отдельных рудников.

Построенная модель включает всего три фактора и в то же время охватывает свыше 75 % всей себестоимости.

Наиболее действенными мероприятиями, направленными на снижение себестоимости, являются мероприятия по качественному улучшению значений именно этих факторов.

Учитывая, что практическое выполнение расчетов по модели представляет некоторое затруднения, связанные с логарифмированием данных, нами для облегчения этих операций рассчитана и построена номограмма в двух сопряженных квадрантах, которая приведена на рисунке. Пользоваться такой номограммой удобно и просто, с ее помощью можно оперативно определять себестоимость при заданных основных параметрах производства - $P_{тр}$, $Ф_в$ и $A_г$. Кроме того, учитывая особенность модели обладать обратной связью, можно определять параметры производства при заданной себестоимости.

Таким образом, нами построена модель, которая содержит три наиболее значимых параметра производства, характеризующих в комплексе технологию, технику и организацию производства, которая позволяет осуществлять необходимые расчеты. Эта модель была использована рядом



Номограмма в двух сопряженных квадрантах для модели

проектных институтов и в производстве.

Используя подземные рудники мы должны учитывать, что в общем случае предприятия располагаются в признаковом пространстве неравномерно в связи с их неравномерным развитием. Поэтому области сгущений обычно чередуются с пустыми областями. Каждое такое сгущение может характеризоваться как определенный тип предприятий или «образ». В нашем случае исследуется не просто совокупность предприятий отрасли, а совокупность состоящая из нескольких подсовокупностей или типов. Такая структура отрасли может оказывать существенное влияние на характер связи между параметрами производства, показателями техники, технологии и организации производства и себестоимостью. В этой связи мы решили учесть дискретно- непрерывный характер этих связей путем построения функциональных дискретно-непрерывных моделей, представляющих собой комбинацию дискретных и непрерывных моделей.

Лабораторией теории проектирования подземной разработки месторождений при комплексном освоении недр института ИПКОН РАН в свое время было высказано предложение, что прогнозирование себестоимости добычи руды при проектировании технического перевооружения рудников целесообразно производить не по отрасли в целом, а в масштабе отдельных регионов, что должно способствовать более достоверному решению проектных задач.

Для этого нами на базе этой модели была построена дискретно — непрерывная модель для условий подземных рудников на двух условиях - на уровне отрасли и уровне отдельных регионов.

Модель верхнего уровня (уровень отрасли) - дискретная, а модель нижнего (уровень регионов) - непрерывные и представляют собой внутрирегионные уравнения регрессии.

Таким образом дискретно - непрерывная модель (ДНМ) может быть пред-

ставлена не одной моделью, а набором уравнений. Причем, каждое отдельное уравнение действительно для определенных условий конкретного региона отрасли. В общем случае, если всю совокупность исходных данных отрасли разбить на три отдельных региона A_1 - Центральный, A_2 - Урал и A_3 - Сибирь, то дискретно - непрерывную модель в общем виде можно записать так:

$$\hat{y} = \begin{cases} f_1\,(x_1,\ldots x_n) \text{ при } x_1,\ldots x_n \in A_1 \\ f_1\,(x_1,\ldots x_n) \text{ при } x_1,\ldots x_n \in A_2 \\ f_1\,(x_1,\ldots x_n) \text{ при } x_1,\ldots x_n \in A_3 \end{cases} \qquad (2)$$

Напомним, что для модели (1) индекс множественной корреляции η равен 0,869, коэффициент множественной детерминации D - 0,755 и остаточная дисперсия $\delta_{ост}$ -0,303.

О целесообразности использования для условий подземных рудников дискретно-непрерывной модели производства (2) свидетельствуют распределения рудников по уровню оши-бок: учет индивидуальных особенностей отдельных регионов при использовании ДНМ позволил в 3,75 раза увеличить число рудников (с 4 до 15), для которых ошибка в расчетах не превышала 10 % и в 3,2 раза снизить число рудников с ошибками свыше 10 %.

Таким образом, с помощью дискретно - непрерывной модели (ДНМ) доказана правомерность высказанного лабораторией ИПКОН РАН предположения о целесообразности прогнозирования себестоимости руды при проектировании технического перевооружения рудников в масштабе регионов, что способствует более достоверном) и точному решению задач и в конечном итоге - повышению адаптивности проектных решений.

Разработанные модели были апробированы и использованы проектными институтами Южгипроруда, Центргипроруда, Уралгипроруда и в производстве.

Коротко об авторах

Каплунов Давид Родионович – чл.-корр. РАН, профессор, Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН),
Юров Ю.И. – кандидат технических наук, доцент, Губкинский институт (филиал) МГОУ.