© В.С. Жаров, В.А. Цукерман, 2006

УДК 338.4

В.С. Жаров, В.А. Цукерман

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Семинар № 8

При переходе регионов Севера на инновационный путь развития необходимо выделить тенденцию трансформации ролей науки, бизнеса, власти и общества в их взаимоотношениях, что будет способствовать их реальному включению в технологическое развитие экономики. Наука приобретает инновационную направленность, бизнес приобретает роль активного участника экономики знаний. Общество приобретает восприимчивость и мотивацию к инновациям, властные структуры активизируют стимулирование создания процесса инноваций.

В настоящее время на долю инновационных технологий, продукции, оборудования в развитых странах приходится более 70 % прироста ВВП. Интенсивность инновационной деятельности во многом отражается на уровне экономического развития: в условиях усиливающейся конкуренции на мировой арене выигрывают именно те регионы и страны, которые обеспечивают благоприятные условия для инновационной деятельности [1, 2].

Регионы сырьевой направленности, имея очевидные конкурентные преимущества, состоящие не только в природных богатствах и многоотраслевой промышленности, но и в научно-техническом потенциале и квалифицированных кадрах, располагая научной базой, ежегодно должны производить наукоемкую продукцию. Однако, число предприятий, осуществляющих инновации, не превышает 9 %. Сложившаяся ситуация требует активных действий, направленных на активизацию инновационной деятельности в стране.

В работе [3] нами показано, что в условиях развития рыночной экономики основным методом моделирования развития различных экономических систем является имитационное моделирование на основе выделения реальных взаимосвязей между экономическими показателями. В этой же работе предложена концепция разработки системы моделей развития экономики субъекта Федерации – региона сырьевой направленности. Основой такой системы является динамическая имитационная модель развития предприятия. В работе [3] представлена общая характеристика различных взаимосвязанных между собой блоков этой модели с подробным изложением (в виде алгоритма действий) экономической части производственного блока. Блок внешнего финансирования подробно рассмотрен нами в

работе [4], а экологический блок в работе [5].

Взаимосвязь и взаимозависимость производственно-экономического и финансового блоков позволяет реализовать имитационную модель для кратко- и среднесрочного прогнозирования развития экономики любого субъекта Федерации, не имеющих на своей территории крупных предприятий сырьевого типа в значительной степени загрязняющих окружающую среду.

Для прогнозирования долгосрочного развития экономики регионов сырьевой направленности требуется включение в имитационную модель развития крупных предприятий, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье, блока сырьевых ресурсов.

В работе [6] отмечается, что экономический механизм функционирования отраслей по производству минерального сырья в отличии от подобного механизма в обрабатывающих отраслях имеет ряд характерных особенностей (свойств), таких как «принципиальная нелинейность большинства экономических показателей не только по времени, но и по объемам производства и затратам ресурсов; несоизмеримо большая в сравнении с обрабатывающими отраслями доля капитальной (фондовой) составляющей в общих затратах по обеспечению выпуска продукции; специфика воспроизводства и структуры основных фондов (большая доля затрат на поддержание мощностей, зависимость сроков службы фондов от сроков извлечения запасов, малый удельный вес активной части основных фондов и т.д.)» [6, с. 5]. Соответственно указанные свойства «подчеркивают принципиальную разницу в экономике минерально-сырьевых и обрабатывающих отраслей, и в частности тот факт, что экономически первые намного сложнее вторых в управлении, оценке перспективы, последствиям принимаемых по ним решений и т.д.» [7, с. 69-70]. Если при этом принять во внимание тот факт, что в минерально-сырьевых отраслях затраты на добычу и первичную переработку сырья составляют 75-95 % в общих затратах на получение товарной продукции [8], то становится очевидной значимость для горнопромышленных предприятий прежде всего перспективных, прогнозных исследований, результаты которых позволяют повысить управляемость процесса разведки, добычи и первичной переработки минерального сырья, что в конечном счете приводит к экономии минеральных ресурсов и повышению экономической эффективности предприятий.

В научном прогнозировании развития горной промышленности, являющейся основой минерально-сырье-вых отраслей, известный специалист в области управления горным производством проф. Ю.А. Чернегов прежде всего выделяет научно-техничес-кий аспект. «Для горной промышленности, характеризующейся продолжительными сроками проектирования, строительства и эксплуатации добывающих предприятий, пространственные и технологические решения которых определяется природными условиями и требуют для своего изменения значительных затрат времени и средств, прогноз особенно важен как средство заблаговременного выбора решений, рациональных с точки зрения реализации ожидаемых достижений научно-технического прогресса» [9, с. 50]. Необходим учет «прогнозных решений 10-15-летней глубины уже на стадии проектирования объектов, которые в течение эксплуатации будут неоднократно подвергаться техническому перевооружению» [10, с. 50].

Процесс прогнозирования предприятий и отраслей, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье, неразрывно связан с двумя важными понятиями – экономической оценкой минерально-сырьевых ресурсов и моделированием. Экономическая оценка представляет собой процесс определения пригодности источников минеральных ресурсов для их промышленной эксплуатации при сложившемся на момент проведения оценочных работ уровне технологии производства и ценах на выпускаемую из минерального сырья продукцию, суть которой состоит в соизмерении извлекаемой из сырья ценности и затрат (капитальных и текущих) на его добычу и переработку, включая затраты на геолого-разведочные работы. Моделирование же (имея ввиду математическое и экономико-мате-матическое моделирование, то есть формализованное описание структуры и (или) функций различных объектов) является основным методологическим подходом к прогнозированию объектов, входящих в состав минерально-сырьевых отраслей, во всяком случае на средне- и долгосрочный период до 10-15 лет, поскольку иначе не представляется возможным на научном уровне отразить все то многообразие свойств, связей подсистем и входящих в них элементов, а также выполняемых ими функций, которые могут возникать в прогнозируемом периоде и соответственно оказывать воздействие на результаты прогноза.

Процесс выбора наиболее эффективного источника сырья или же варианта использования источника сырья является процессом итеративным, что при большом числе возможных вариантов приводит к необходимости использования ЭВМ. Конечно «по результатам предварительной и детальной разведки месторождений производится оконтуривание и подсчет запасов в нескольких вариантах среднего и бортового содержания полезного компонента. При использовании ЭВМ число вариантов может быть достаточно большим. Для каждого варианта намечаются технологические схемы добычи руды, ее обогащения и переработки» [10, с. 53], после чего рассчитываются необходимые технико-экономические показатели. Однако в перспективном периоде могут меняться условия функционирования действующего предприятия, которое будет использовать ранее оцененное месторождение. Могут измениться и цены на товарную продукцию, и объем спроса на нее, и объем эксплуатационных затрат, и технология производства, и, наконец, условия финансирования развития предприятия. Все это в конечном счете потребует осуществлять выбор наиболее эффективных вариантов использования сырья на каждом шаге прогнозирования в течение всего прогнозируемого периода, а это уже свидетельствует о целесообразности моделирования взаимосвязей геологических, горнотехнических и экономических параметров оцениваемого источника сырья. Данное обстоятельство становится еще более существенным, когда требуется оценивать источник сырья на ранних стадиях его геологического изучения. В этих случаях практически отсутствует более или менее достоверная геологическая информация и определить прямые взаимосвязи между вышеуказанными параметрами практически не представляется возможным.

До настоящего времени еще не существует общей комплексной геолого-горно-экономической модели месторождения или же какого-либо другого источника минерального сырья, хотя в отдельных областях геологии, горного дела и экономической оценки минерально-

го сырья проблеме моделирования соответствующих показателей уделяется достаточно боль-шое внимание. Так, например, в работе [11] рассматриваются геологические модели автоматической классификации или численной таксономии и математические модели метрических многомерных отображений. В работе [12] отражены общие основы геометрического моделирования месторождений, а в [13] – вопросы теории и практики математического моделирования структуры и закономерностей пространственной изменчивости геологических показателей месторождений на основе принципов геостатистики, приведены соответствующие геолого-математические модели.

В практике работ по экономической оценке использования минерального сырья, особенно на ранних стадиях его геологической изученности, нелинейный характер зависимости себестоимости добычи сырья и капитальных вложений в возможную эксплуатацию месторождения или рудопроявления от масштабов запасов сырья обычно отображают путем нахождения корреляционно-регрес-сионной связи между соответствующими затратами и годовой производительностью горнорудного предприятия [14, 15]. При этом для открытого способа разработки месторождений рассчитывают несколько регрессионных зависимостей для задаваемых интервалов изменения коэффициента вскрыши, поскольку именно объем вскрышных пород в наиболее сильной степени определяет величину удельных текущих и капитальных затрат при добычных работах [16].

Анализируя результаты, достигнутые в области моделирования геологических, технологических и экономических показателей использования минерального сырья, можно сделать следующие выводы:

1. В отдельных областях моделирования показателей геологических, геолого-разведочных и горных работ уже достигнуты значительные успехи и в принципе для конкретного предприятия может быть создана имитационная модель, увязывающая указанные показатели в единое целое, однако она будет довольно сложной.

2. В условиях рыночной экономики в прогнозном периоде затраты на отработку источников минерального сырья будут определяться не только видом этого источника и его характерными особенностями, но и внутренней и внешней средой предприятия, а также его финансовыми возможностями в этот период, следовательно любые статистические зависимости экономических показателей от горно-технических, найденные в настоящее время, в перспективе не будут соответствовать действительности.

3. Включение блока сырьевых ресурсов в общую имитационную динамическую модель развития предприятия может быть осуществлено путем расчета в производственном блоке модели предельных значений себестоимости добычи и переработки сырья и предельных значений объема капитальных затрат, на основе которых уже могут определяться наиболее эффективные горно-технические и технологические показатели (объем запасов, эффективных для отработки; среднее содержание полезных компонентов в руде; годовая производительность предприятия по добыче руды и т.д.) по соответствующим имитационным горно-геологическим моделям. В качестве решения задачи определения наиболее эффективных параметров эксплуатации месторождения в каждый прогнозируемый период времени (год, 5 лет) предлагается следующий ме-

тодический подход, основа которого рассмотрена в [3].

При оценке экономической эффективности технологических вариантов добычи руды формула расчета единицы себестоимости продукции представляется следующим образом:

$$C = X + \frac{k_ф^{пас} K_{пас}(1+p)}{A T_э (1-q)} + \frac{k_ф^{акт}(K - K_{пас})N}{A} + \frac{З_0 A_0 \alpha}{A} + \beta З_0, \quad (1)$$

где X - затраты, изменяющиеся в зависимости от основных параметров разрабатываемой технологии; К - инвестиции, необходимые для реализации разрабатываемой технологии; N - норма амортизации основных фондов в долях ед.; А и A_0 -годовая производительность по выпуску продукции соответственно по новому и базовому вариантам технологии в натур.ед.; $З_0$ - затраты на получение единицы продукции без учета затрат по основным изменяющимся статьям и амортизации; α и β - соответственно условно-постоянные и условно-переменные расходы в затратах $З_0$ в долях единицы; $K_{пас}$ и $(K - K_{пас})$ - инвестиции, относимые на создание соответственно пассивной и активной частей основных производственных фондов рудника; $k_ф^{пас}$ и $k_ф^{акт}$ - коэффициенты перевода объема инвестиций в стоимость соответственно пассивной и активной частей основных производственных фондов; $T_э$ - срок эксплуатации месторождения; p – коэффициент разубоживания руды; q – коэффициент потери запасов руды при добыче.

В этой формуле выражение $\frac{k_ф^{пас} \times K_{пас} \times (1+p)}{A \times T_э \times (1-q)}$ представляет собой часть амортизационных отчислений в себестоимости добычи 1т руды, связанную с наличием пассивной части основных производственных фондов, необходимых для эксплуатации месторождения за весь срок его отработки, так как справедливо следующее равенство:

$$P_э = \frac{T_э \times A \times (1-q)}{1+p}, \quad (2)$$

где $P_э$ - эксплуатационные запасы руды на месторождении; A – средняя годовая производительность рудника по добыче руды.

В связи с этим формулу (1) можно представить и в следующем виде:

$$C = X + \frac{k_ф^{пас} K_{пас}}{P_э} + \frac{k_ф^{акт}(K - K_{пас})N}{A} + \frac{З_0 A_0 \alpha}{A} + \beta З_0, \quad (3)$$

Предположим, что на каком-либо шаге прогнозирования, исходя из спроса на выпускаемую предприятием продукцию, требуется либо увеличить либо уменьшить добычу руды на конкретном руднике. При этом нам известны исходя из прогнозных расчетов на предыдущем шаге прогнозирования значения всех показателей, отраженных в вышеприведенной формуле, кроме показателя A. Саму же формулу преобразуем в следующий вид:

$$C_п = (X_0 + \Delta X) + \frac{ОФ_o^{пас} + k_ф^{пас} \Delta K_{пас}}{P_э} + \frac{(ОФ_0^{акт} + k_ф^{акт} \Delta K_{акт})N}{A} + \frac{З_0 A_0 \alpha}{A} + \beta З_0, \quad (4)$$

где $C_п$ - предельное значение себестоимости добычи одной тонны руды в прогнозируемом периоде; ΔX - изменение в прогнозируемом периоде части себестоимости добычи одной тонны, связанное с горно-техничес-кими факторами; $\Delta K_{пас}$ и $\Delta K_{акт}$ - воз-можное предельное увеличение в прогнозируемом периоде объема инвестиций, направляемых соответственно на прирост пассивной или активной части основных

производственных фондов; $ОФ_0^{пас}$ и $ОФ_0^{акт}$ - объемы основных производственных фондов соответственно в пассивной и активной их форме, определяемые на предыдущем шаге прогнозирования.

Пусть на основе прогнозных расчетов в производственно-финансовом блоке имитационной модели развития предприятия определены предельные значения показателей $C_п$ и ΔK ($\Delta K = \Delta K_{пас} + \Delta K_{акт}$), а также желательное значение показателя *A*. В таком случае из последнего выражения можно определить и предельное значение ΔX. Если в процессе предпрогнозных исследований была определена зависимость изменения ведущих факторов горной технологии, определяющих изменение себестоимости добычи 1 т руды при вариации годовой производительности рудника по добыче руды (например, при открытых горных работах таким фактором является прежде всего коэффициент вскрыши), то таким образом, зная величину *A*, можно рассчитать и фактически необходимое значение ΔX. В случае, если оно оказалось меньше предельно допустимого уровня, тогда себестоимость добычи 1 т руды пересчитывается в сторону понижения и, соответственно, в производственно-финансовом блоке модели пересчитываются другие, связанные с $C_п$ показатели. В противном же варианте потребуется корректировка основных управляющих параметров имитационной модели развития предприятия, либо перерасчет технико-экономических параметров добычи на других рудниках предприятия (если они имеются), либо совершенствование технологии переработки руды с повышением коэффициента извлечения полезных компонентов (если предприятие имеет в своем составе и производство, перерабатывающее сырье).

При выполнении прогнозных расчетов может оказаться, что требуемый прирост объемов добычи минерального сырья не будет обеспечен за счет действующих рудников, однако у предприятия в резерве имеются неосвоенные месторождения или рудопроявления. В этом случае на основе выполненных ранее оценочных работ по этим геологическим объектам осуществляется, во-первых, корректировка значений расчетных технико-экономических показателей их освоения в соответствии с условиями, сложившимися к моменту рассматриваемого шага прогнозирования, а, во-вторых, определяется наиболее эффективный вариант добычи руды по каждому геологическому объекту, и уже среди них выбирается наиболее адекватно соответствующий предельным значениям показателей $C_п$ и ΔK. Однако при этом процедура прогнозных расчетов значительно усложняется, так как одномоментно ввод в эксплуатацию нового рудника осуществить невозможно. Следовательно будет нужно осуществлять перерасчет прогнозных показателей на предыдущих шагах прогнозирования, количество которых можно определить исходя из нормативного срока строительства нового рудника. Перерасчет связан с тем, что на предыдущих шагах прогнозирования будет нужно учитывать дополнительные объемы капиталовложений, требующиеся для осуществления нового строительства.

С разработкой блока сырьевых ресурсов законченной становится модель имитационного развития предприятия, позволяющая осуществлять прогнозные расчеты всех необходимых экономических и технико-технологических показателей.

1. *Цукерман В.А.* Проблемы научно-инновационной стратегии регионов Севера // Темпы и пропорции социально-экономических процессов в регионах Севера. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2003. С. 122-124.

2. *Цукерман В.А.* Инновационная экономика и развитие горнопромышленного комплекса // Темпы и пропорции социально-экономических процессов в регионах Севера. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2003. – С. 135-145.

3. *Жаров В.С.* Управление развитием экономики региона. - Петрозаводск: изд. ПетрГУ, 1998. - 168 с.

4. Жаров В.С. Моделирование и прогнозирование финансовой сбалансированности предприятий и отраслей региональной экономики. - Петрозаводск: изд. ПетрГУ, 2000. - 49 с.

5. *Жаров В.С.* Согласование интересов предприятий и региона в сфере природопользования. - Петрозаводск: изд. ПетрГУ, 2000. - 28 с.

6. *Сборник* докладов «Методология регионального прогнозирования», М.: СОПС, 2003 – 140 с.

7. *Стратегии* сырьевого обеспечения в народнохозяйственном развитии / отв. ред. А.А. Арбатов. – М.: Наука, 1989. – 280 с.

8. *Козаков Е.М.* Экономическое обоснование проектов горно-обогатительных предприятий. – М.: Недра, 1987. – 210 с.

9. *Чернегов Ю.А.* Экономические методы управления в горной промышленности. – М.: Недра, 1987. – 216 с.

10. *Русанов Д.К.* Экономическая оценка минеральных ресурсов. – М.: Недра, 1987. – 196 с.

11. *Бекжанов Г.Р., Бугаец А.Н., Лось В.Л.* Геологические модели при прогнози-ровании ресурсов полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 140 с.

12. *Тимофеенко Е.П., Рылов А.П.* Горная геометрия: Учебник. – М.: Недра, 1987. – 280 с.

13. *Кузьмин В.И., Мининг С.Э., Редькин Г.М.* Геометризация и рациональное использование недр. – М.: Недра, 1991. – 319 с.

14. *Герт А.А.* Экономико-математические модели поисков, разведки и освоения месторождений минерального сырья. – М.: Недра, 1987. – 119 с.

15. *Русанов Д.К.* Экономическая оценка минеральных ресурсов. – М.: Недра, 1987. – 196 с.

16. *Харченков А.Г.* Принципы и методы прогнозирования минеральных ресурсов. – М.: Недра, 1987. – 230 с.

Коротко об авторах

Жаров Владимир Сергеевич – доктор экономических наук, главный научный сотрудник,
Цукерман Вячеслав Александрович – кандидат технических наук, заведующий отделом промышленной и инновационной политики,

Институт экономических проблем Кольского научного центра РАН.