

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ  
МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ  
ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ  
ПРИ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА  
И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В  
РЕГИОНАЛЬНЫХ ТОПЛИВНО-  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ**

Жуков А.В., Яковлев А.Д.

*Дальневосточный государственный технический  
университет,  
Владивосток, Россия*

Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов, что обуславливает развитие в стране мощного топливно-энергетического комплекса, являющегося не только базой развития экономики, но и инструментом проведения внешней политики.

Вместе с тем запасы традиционных природных топлив (нефти, угля, газа) конечны. Конечно и экологический запас нашей планеты. Увеличивающееся загрязнение окружающей среды, нарушение теплового баланса атмосферы постепенно приводят к глобальным изменениям климата.

На наш взгляд, остаются три пути решения этой проблемы: первый – это строгая экономия при расходовании традиционных энергоресурсов. Второй – использование альтернативных энергоносителей и источников энергии. Третий – разработка и внедрение перспективных инновационных технологий переработки традиционного сырья в альтернативные энергоносители. Первый путь не приемлем, так как энергоемкость экономики страны очень высокая и для высоких темпов экономического роста требуется рост добычи энергоресурсов. К тому же велика доля издержек и совокупных затрат на продукцию топливно-энергетического комплекса за счет потерь при добыче, переработке, транспортировке и реализации продукции. Второй путь возможен при целенаправленной и комплексной поддержке государства развития нетрадиционной энергетики. А вот третий уже на данный момент может быть осуществим. Применение новых решений при разработке генерирующих источников позволяет осуществить экономию традиционных ресурсов. Научно-технические достижения нашей страны позволяют внедрять и успешно конкурировать с западом в такой области как переработка угля в генераторный газ и моторное топливо.

Структура топливного баланса в генерирующей отрасли Дальневосточного региона резко отличается от соответствующей структуры европейской части России. Если в европейской части доля угля при выработке электроэнергии составляет 26%, а газа – 74%, то на Дальнем Востоке эти доли составляют соответственно 71% и 8%. Электрическая и тепловая энергия в регионе получаются, в основном, с помощью тепловых

электростанций, городских, районных и промышленных котельных.

С другой стороны, ресурсы и запасы угля, которыми располагает Дальневосточный экономический район, составляют около 40% от всех учтенных на территории России. Прогнозные запасы углей в ДВ регионе составляют 278,4 млрд. т, из них каменные угли 109,9 млрд. т, а бурые – 168,6 млрд. т.

В докладе базовыми объектами исследования приняты Сахалинская ГРЭС и Южно-Сахалинская ТЭЦ-1 ОАО «Сахалинэнерго», для которых в ОАО «Дальтехэнерго» разработаны различные варианты реконструкции этих предприятий с использованием природного газа и угля в качестве основного топлива. В качестве резервного топлива планируется использование мазута, растопочного-мазута и природного газа. Также в Дальневосточном регионе рассматриваются вопросы перевода части котлов с угольных энергоносителей на синтетический или природный газ, метanol на Приморской ГРЭС, Владивостокской ТЭЦ-2, Партизанской ГРЭС.

Представляется целесообразным рассмотрение вопросов удовлетворения потребностей, в основном, резервном и растопочном топливе базовых предприятий путем организации производства по глубокой химической переработке сахалинских и приморских угольных минеральных ресурсов по следующим направлениям:

1) в сопоставлении с затратами на приобретение этих топливных ресурсов за счет ввоза из других регионов России. На этой основе – определение объемов диверсификации и повышение конкурентоспособности добычи и переработки угольных минеральных ресурсов, повышение эффективности работы ТЭК Сахалинской области и Приморского края;

2) применением на базовых угледобывающих и энергетических предприятиях по химической переработке угля в качестве энергоносителя природного газа и угля;

3) организацией предприятий по получению синтетического газообразного и жидкого топлива (СЖТ), а также кокса из угля непосредственно на угольных разрезах, шахтах или на предприятиях энергетического комплекса на основе процесса гидрогенизации, пиролиза, ожигания растворителями.

Основными критериями при определении мероприятий по диверсификации угледобывающих предприятий приняты:

- экономия финансовых ресурсов при создании новых рабочих мест по сравнению с продолжением только угледобычи на рассматриваемом предприятии;

- жизнеспособность предприятий в условиях рыночной экономики;

- возможность возврата инвестиционных ресурсов;

- долевое участие в финансировании проектов диверсификации со стороны местных и республиканских бюджетов;
- обеспечение социальной защиты жителей шахтерских городов и поселков.

Проблема повышения эффективности инвестиционной деятельности касается любого предприятия, функционирующего в условиях рыночной экономики. Одним из способов решения этой проблемы является выбор оптимальной структуры производимой продукции, отказ от менее прибыльных видов деятельности и выбор более предпочтительных. Решение данной задачи должно учитывать специфику отрасли, к которой относится предприятие.

Построим математическую модель, при помощи которой можно выбирать оптимальный, с точки зрения получаемой прибыли, вариант производства продукции. При этом исходим из предположения, что модель строится для предприятия угольной и газовой промышленности, которые занимаются как добывачей угля, газа, так и производством природного и синтетического газообразного и жидкого топлива, которое возможно при реконструкции и диверсификации угледобывающих, газодобывающих и энергетических предприятий. Поэтому разработанная экономико-математическая модель (ЭТМ) организации производства обладает высокой степенью универсальности. Реализацию ЭММ целесообразно производить дифференцированно по

альтернативным вариантам для угледобывающих, энергетических и газодобывающих предприятий.

Введем следующие обозначения (все показатели исчисляются за один и тот же период):

$n_i$  – натуральный объем  $i$ -го вида угля, добываемого угледобывающими предприятиями;

$m_j$  – натуральный объем  $j$ -го вида перерабатываемого угля;

$n_{ij}$  – натуральный объем  $i$ -го вида угля и потребляемый при производстве единицы  $j$ -го вида перерабатываемой продукции;

$c_i$  – отпускная цена единицы натурального объема  $i$ -го вида угля;

$s_i$  – себестоимость единицы натурального объема угля, добываемого на угледобывающих предприятиях;

$u_i$  – отпускная цена единицы натурального объема  $j$ -го вида перерабатываемой продукции;

$v_i$  – себестоимость единицы натурального объема  $j$ -го вида перерабатываемой угольной продукции;

$k$  – количество видов угля, добываемых на предприятиях;

$l$  – количество видов новой продукции, производимой на реструктуризируемом и диверсифицируемом предприятиях.

Прибыль предприятия угольной (газовой) отрасли складывается из следующих двух основных составляющих:

- полученной за счет реализации части угля (газа), добываемого на предприятиях и равной:

$$\sum_{i=1}^k \left[ \left( n_i - \sum_{j=1}^l n_{ij} m_j \right) c_i - n_i s_i \right], \quad (1)$$

- полученной за счет реализации новой продукции, производимой предприятием и равной

$$\sum_{j=1}^l (u_j - v_j) m_j \quad (2)$$

Суммируя выражения (1) и (2), получаем величину прибыли предприятия угольной (газовой) отрасли от основных и диверсифицируемых видов деятельности (добычи угля и химической

переработки угольных минеральных ресурсов или природного газа). Следовательно, критерий оптимальности будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^k \left[ \left( n_i - \sum_{j=1}^l n_{ij} m_j \right) c_i - n_i s_i \right] + \sum_{j=1}^l (u_j - v_j) m_j = \\ & \sum_{i=1}^k n_i c_i + \sum_{j=1}^l u_j m_j - \left( \sum_{i=1}^k n_i s_i + \sum_{j=1}^l \left( v_j + \sum_{i=1}^k n_{ij} c_i \right) m_j \right) \longrightarrow \max \end{aligned} \quad (3)$$

Последнее выражение представляет собой целевую функцию задачи оптимизации. Для формулировки задачи в целом необходимо еще наложить ограничения на переменные. В соот-

ношении (3)  $n_{ij}$  и  $c_i$  выбираются соответственно на основе технологии и внешних условий деятельности. Далее оптимационную модель можно сформировать двумя способами.

Способ 1. Целью решения задачи будем считать определение  $n_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, k$ , и  $m_i$ , где  $j = 1, 2, \dots, l$ , при  $s_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) и  $v_i$  ( $j = 1, 2, \dots, l$ ) оп-

ределяемых из плана предприятия по издержкам продукции.

В этом случае на величину  $n_i$  накладывается следующее ограничение:

$$0 \leq n_i \leq p_i \min(n_i^k; n_i^i) \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad (4)$$

Здесь  $n_i^k$  - ограничение, устанавливаемое исходя из необходимого объема синтетического газообразного и жидкого топлива;  $n_i^i$  - ограничение, устанавливаемое на основе производственных возможностей предприятия;  $p_i$  ( $0 < p_i < 1$ ) – поправочный коэффициент, учитывающий действие случайных факторов, действие которых приводит к уменьшению объема добычи угля и топливной продукции.

Основным фактором такого рода, который необходимо учитывать в модели, являются почвенные, климатические, горнотехнические условия. Для проведения расчетов в качестве величи-

ны  $p_i$  можно принять отношение количества прогнозируемой величины дней пребывания в режиме производства природного и синтетического топлива, определяемого исходя из статистических данных и прогноза погоды к плановому числу дней согласно принятого режима работы угледобывающего или газодобывающего предприятия.

На величину  $m_i$  накладывается следующее ограничение:

$$m_j^\delta \leq m_j \leq m_j^i, \quad j = 1, 2, \dots, l. \quad (5)$$

Здесь  $m_j^i$  - ограничение, устанавливаемое на основе производственных возможностей предприятия;  $m_j^\delta$  - ограничение, устанавливаемое исходя из соображений обеспечения безубыточности.

Таким образом, в данном случае приходим к задаче  $\{(3), (4), (5)\}$ .

Способ 2. Целью решения задачи будем считать определение  $n_i, s_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, k$ , и  $m_i, v_i$ , где  $j = 1, 2, \dots, l$ . Ограничения (4), (5), но в этом случае появляется необходимость наложения ограничений на величины  $s_i$  и  $v_i$ .

На величины  $s_i$  наложим следующее ограничение:

$$s_i \in [s_i^{\min}; s_i^{\max}] \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (6)$$

Здесь  $s_i^{\min}$  - минимально необходимая величина издержек на соответствующее угледобывающее предприятие с точки зрения обеспечения безопасности ведения добывочных процессов и функционирования систем жизнеобеспечения;

$s_i^{\max}$  - верхний предел величины издержек на соответствующий участок добычи угля (газа), устанавливаемый планом предприятия по издержкам.

На величины  $v_i$  наложим следующее ограничение:

$$v_i \in [v_i^{\min}; v_i^{\max}] \quad j = 1, 2, \dots, l. \quad (7)$$

Здесь  $v_i^{\min}$  - минимально необходимая величина издержек на соответствующий вид

угольной продукции с точки зрения технологии и соблюдения качества продукции;  $v_i^{\max}$  - верх-

ний предел величины издержек на соответствующий вид угля (газа), устанавливаемый планом предприятия по издержкам.

Итак, в этом случае приходим к задаче  $\{(3),(4),(5),(6),(7)\}$ .

Данная задача сформулирована исходя из предположения, что предприятие обладает достаточными подготовленными объемами запасов угля для добычи с учетом химической переработки в топливную продукцию (с точки зрения степени использования имеющихся в его распоряжении производственных мощностей). При не-

догрузке производственных мощностей вследствие отсутствия собственного сырья недостаток его может быть пополнен посредством закупок в необходимом количестве (предполагается, что можно закупить сырье в любом требуемом объеме).

Если же это условие не выполняется, т.е. предприятие производит угольную продукцию исключительно из собственных запасов угольного минерального сырья, то задача  $\{(3),(4),(5),(6),(7)\}$  должна быть дополнена следующим ограничением:

$$\sum_{j=1}^l n_{ij} m_j \leq n_i, i = 1, 2, \dots, k. \quad (8)$$

Предложенная модель позволяет осуществлять планирование производственно-хозяйственной деятельности предприятия на основе рассмотрения альтернативных вариантов номенклатуры, себестоимости продукции и цен на продукцию по всем позициям номенклатуры производимой продукции.

Полученные на базе данной модели величины издержек являются отправной точкой формирования плана по издержкам производства. При этом в план закладываются величины издержек, заведомо удовлетворяющие следующим условиям:

- при соблюдении плановой величины издержек обеспечивается получение максимально возможной при заданных условиях прибыли;
- при данных условиях гарантируется минимально возможная величина себестоимости продукции.

Результаты технологических исследований и экономико-математического моделирования процессов позволяют более детально рассматривать конфигурацию и параметры систем реструктуризации и диверсификации угледобывающих и энергетических предприятий, согласовать и определить режимы работы подсистем управления и организации производства, прогнозировать технологические и экономические показатели вновь создаваемых и реструктуризуемых производственных комплексов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Малышев Ю.Н., Зайденварг В.Е., Языков В.Н. и др. Реструктуризация угольной промышленности. (Теория. Опыт. Программы. Прогноз). – М: Компания «Росуголь», 1996. с. 557.
2. Краснянский Г.Л., Кравченко А.Н., Грач Г.М. Формирование направлений диверсификации производства в предприятиях холдинговой компанией по добыче угля // Горный вестник, 1992, № 2. с. 43-47.
3. Зайденварг В.Е., Яновский А.Б. Об углублении процессов реструктуризации угольной

промышленности России. Уголь на конкурентном рынке. Конференция по угольной промышленности. Российская Академия Госслужбы при Президенте РФ. – М: 1995. с. 37-43.

4. Жуков А.В., Лукьянова О.В. Перспективы создания наукоемкой продукции на основе комплексной промышленной переработки угольного и углекарбонатного минерального сырья. Сб. тез. докл. НТК «Вологдинские чтения» ДВГТУ. Экономика и менеджмент. – Владивосток: ДВГТУ, 1999. с. 27-33.

5. Жуков А.В., Соловьев Г.А. Проблемы и перспективы диверсификации и повышения эффективности угледобывающих компаний Дальневосточного региона на базе инновационных технологий комплексной химической переработки угля. Роль науки, новой техники и технологий в экономическом развитии регионов: материалы Дальневосточного инновационного форума с международным участием: в 2 ч. Хабаровск: Хабаровского государственного технического университета, 2003. – ч. 2. – с. 103-107.

6. Заяц Р.М. Экологическая безопасность и эффективность комплексной переработки каменного угля на основе инновационных технологий. Автореферат МД/ Науч. руков. д.т.н. проф. А.В. Жуков. Фонды НИР ИЭУ ДВГТУ. Владивосток, 2004. с. 21.

7. Гнездилов Е.А., Жуков А.В., Яковлев А.Д. Экономическая эффективность организации производства синтетического топлива на основе химической переработки угольного минерального сырья в условиях Дальневосточного региона. Москва, «Академия Естествознания», «Фундаментальные исследования», № 12, 2007, часть 2, с. 342 – 344.