

ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621

В.Н. ПОЛЯКОВ, И.Ю. НОВИЦКИЙ, А.Л. ГРИФФЕН

КОМПЛЕКСНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОБЫЧИ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Энергетика в целом подразделяется на стационарную и нестационарную. Стационарная энергетика — это ТЭС, АЭС, ГЭС, котельные с теплотсетями и другие виды систем использования энергоносителей. Нестационарная энергетика — это автомобильный, морской, речной, авиационный транспорт, а также значительная часть железнодорожного транспорта — прямого потребителя горючих ископаемых.

Нестационарная энергетика обеспечивает инфраструктуру стационарной энергетике и народного хозяйства в целом, что также необходимо как производство тепловой и электрической энергии.

Основой энергетики любого государства, в том числе и Украины, является ее топливная база, т. е. ресурсы энергоносителей.

Каковы же ресурсы энергоносителей Украины? Вопрос оценки ресурсов энергоносителей является весьма трудным, ибо пока не существует точных методов оценки. Все же можно на основании знания уже открытых месторождений и геологических прогнозов оценить полные, а также извлекаемые энергоресурсы Украины, которые представлены согласно [1] в табл. 1.

Проблема ресурсной обеспеченности и прогноз развития энергетики Украины и ее экологические последствия являются весьма актуальными как в настоящее время, так и в будущем.

В данное время ситуация такова, что нужно взвешивать полезность и затраты на получение энергетических услуг, не нарушая равновесия окружающей среды. Экологическая компонента уже сейчас составляет 25% затрат на системы обеспечения нефтепродуктами, около 40% затрат на выработку электроэнергии на угольных ТЭС и АЭС. Между тем, масштабы воздействия энергетики на окружающую среду все увеличиваются.

Таким образом, в условиях ограниченности ресурсов энергоносителей и экологических ограничений возникает необходимость в

разработке принципа развития баз энергоносителей Украины.

Таблица 1

Энергоресурсы Украины

Вид энергоносителя	Количество
Балансовые, забалансовые и прогнозные ресурсы угля, млрд. т	117,3
Разведанные по категории А+С ₁ +С ₂ , млрд. т	52,6
Нефть — начальные запасы, млрд. т	1,3
Газ (природный), трлн. м ³	1,15
Конденсат, млн. т	8,3
Импорт газа природного в год, млн. м ³	80 000
Прогнозные запасы урановой руды, тыс. т	40
Балансовые запасы воздушно-сухого торфа, млрд. т	2,7
Общие запасы горючих сланцев, млрд. т	3,7
Объем потребления дров (в пересчете на условное топливо), млн. т/год	более 1,0
Гидроресурсы, млн. т у. т.	4,32
Импорт угля, млн. т	ок. 5,0
Общий технически возможный потенциал нетрадиционных возобновляемых источников энергии, млн. т у. т. в год	ок. 78,0 (100%)
— ветроэнергетика	24,6 (31,4%)
— малая гидроэнергетика	2,24 (2,865%)
— солнечная энергетика	4,92 (6,292%)
— биоэнергетика	21,2 (27,11%)
— искусственные горючие газы и метан шахтных месторождений	13,2 (16,88%)
— другие источники энергии (геотермальная, тепловоснажные установки, рипаковое масло, спирты, вологорючие эмульсии, техногенные отходы, резиновые отходы и пр.)	12,03 (15,38%)

Очевидно, принцип развития баз добычи энергоносителей должен основываться на следующих положениях:

- обеспечивать надежную энергетическую основу для устойчивого экономического роста;
- обеспечивать удовлетворение потребностей юридических лиц и граждан

Украины в энергетических услугах по доступным ценам;

— поддерживать надежное функционирование энергоснабжающих систем, гарантирующих энергетическую безопасность Украины;

— сохранять здоровую окружающую среду и предупреждать возможность неконтролируемого ее загрязнения.

Актуален вопрос, можно ли вообще спрогнозировать развитие баз добычи энергоносителей? Существуют прогнозные оценки добычи энергоресурсов. Так, например, академиком Н.Н. Семеновым предлагается описывать добычу энергоресурсов как функцию времени следующей формулой [2]:

$$P(t) = A(2^{\frac{t}{20}} - 1), \quad (1)$$

где P — количество условного топлива, добытого ко времени t ;

$$A = 6 \cdot 10^9 \text{ т у. т.};$$

t — время в годах.

Потенциальные геологические запасы всех видов минерального топлива оцениваются в 10–25 трлн. т у. т. При этом современными экологически чистыми способами можно добыть около 4 трлн. т. Из них мировые общегеологические запасы угля составляют 15–16 трлн. т, а разведанные — 1,5 млрд. т. Мировой энергетической комиссией общемировые геологические запасы нефти оцениваются в 200 млрд. т у. т, а достоверные — в 120 млрд. т у. т. Мировые разведанные запасы природного газа оцениваются в 100 трлн. куб. м [3]. По другим источникам доказанные запасы газа составляют 150,19 трлн. куб. м по состоянию на 1.01.2001 [4].

Зная мировые запасы энергоносителей, а также, очевидно, и запасы отдельного государства, применив формулу (1), возможно подсчитать время истощения извлекаемых прогнозных энергоресурсов. Однако не представляется возможным определить изменение объемов добычи энергоносителей того или иного вида в зависимости от конъюнктуры на определенном отрезке времени.

В [5] приведена формула, при помощи которой можно определять потребление энергии, но она может также применяться и для расчета добычи энергоресурсов:

$$W(t) = be^{mt}, \quad (2)$$

где W — количество условного топлива, добытого ко времени t ;

b — величина добычи энергоресурсов в единицу времени (год), т у. т.;

m — коэффициент возрастания добычи энергоресурсов, безразмерная величина или процентов в год (пример расчета ее приведен в [5]).

Но эта зависимость характеризуется экспоненциальным ростом и не может быть применена по той же причине, что и формула (1).

Тенденция развития баз добычи энергоносителей столь неопределенная, что в таких оценках правомочны лишь наиболее обобщенные показатели.

Основным из них является “душевой показатель потребления энергетических ресурсов” d [6]. Душевой показатель потребления энергетических ресурсов является относительно устойчивым показателем. Так, например, динамика d в мировом масштабе имеет вид, табл. 2 [6]:

Таблица 2

Динамика мирового потребления энергетических ресурсов по годам

Показатель	1950	1960	1970	1980	2000	Середина XXI века (оценка)
d , т у. т./чел. год	1,2	1,5	2,0	2,3	2,7–2,93	3,7–4,5

Согласно [7] d по сценарию “Солнечный путь” имеет следующий вид, табл. 3.

Таблица 3

Потребление энергетических ресурсов по сценарию “Солнечный путь”

Показатель	1990	2000	2010	2020
d , т у. т./чел. год	2,29	2,28	2,35	2,45

Аналогичная картина получена и по сценарию “Энергосбережение: новые стимулы”, табл. 4 [7].

В США душевой расход энергетических ресурсов по уровню 1980 года составляет, примерно, 12 т у. т./чел. год [6] и рост потребления их за последние 20 лет практически не наблюдался [8], а в Великобритании вот уже 100 лет энергопотребление на душу населения

колеблется вокруг уровня 4,5–4,7 т у. т./чел. год [8], что отражает стабильность душевого потребления энергоносителей в отдельно взятых странах.

Таблица 4

Потребление энергетических ресурсов по сценарию “Энергосбережение: новые стимулы”

Показатель	1990	2000	2010	2020
d , т у. т./чел. год	2,27	2,19	2,15	2,19

Из табл. 2–4 и других источников видно, что d – достаточно стабильный показатель, кроме того, он является также характеристикой благосостояния общества.

В [8] приведены данные d , принятые для бывшего СССР в соответствии с западноевропейскими стандартами по следующим статьям:

— душевое потребление энергоресурсов на жилищно-коммунальные нужды 1,8–2,0 т у. т./чел. год;

— душевое потребление энергоресурсов на обеспечение питания каждого жителя 0,8–0,9 т у. т./чел. год;

— душевое потребление энергоресурсов на транспортные нужды (автобусы, троллейбусы, такси, личный автотранспорт и т. д.) 0,7 т у. т./чел. год;

— душевое потребление энергоресурсов на обеспечение машиностроения, комплекса конструкционных материалов и химико-лесного комплекса 1,6–1,8 т у. т./чел. год;

— душевое потребление энергоресурсов самого топливно-энергетического комплекса и грузового транспорта 1,2–1,3 т у. т./чел. год.

Суммирование рассмотренных и других направлений потребления энергоносителей можно с достаточной для практики точностью принять $d=6,7$ т у. т./чел. год и для Украины.

Как известно, потребление энергоносителей в любой стране тесно переплетается с демографией, так как она требует систематически вовлекать в хозяйственный оборот огромные объемы энергетических ресурсов только для того, чтобы обеспечить достойный уровень благосостояния людей. Но прирост народонаселения в разных странах является неравномерным. Так, если Украину отнести к развитым странам, то согласно [7] он будет варьироваться в пределах 0,04–0,63% в 2000–2020 годах. Тогда количество народонаселения в прогнозируемый период

можно выразить формулой:

$$K = \beta K_b,$$

где β — коэффициент прироста народонаселения; определяется по

$$\text{формуле } \beta = (1 + a)^t,$$

здесь a — показатель ежегодного прироста народонаселения в стране, t — время (в годах);

K_b — базовое количество населения. Согласно переписи, в 2002 г. численность населения Украины составляла 48,4 млн. чел. Эта цифра может быть принята как базовое количество народонаселения.

Исходя из приведенного, общий расход энергоносителей в стране выразится следующей зависимостью, т у. т./год:

$$D = dK = K_b(1 + a)^t d, \quad (3)$$

где D — общий годовой расход энергоносителей в стране;

K — количество народонаселения в стране в прогнозируемый год.

Однако обеспечить D каким-либо одним видом энергоносителя, добываемого в стране или импортируемого, как в данное время, так и в любое перспективное время, практически невозможно из-за экономических, экологических, технических, энергетических, геологических и других ограничений.

Обеспечение потребного общего расхода энергоносителей должно осуществляться на основе рационального сочетания различных видов энергоносителей на любом отрезке времени.

Исходя из этого положения, представим (3) в следующем виде, т у. т./год:

$$D = dK = \sum_{i=1}^n M_{yc}, \quad (4)$$

здесь M_{yc} — количество условного топлива т у. т./год, которое определяется по формуле:

$$M_{yc} = \sum M_i \cdot t \text{ у. т./год}, \quad (5)$$

где M_i — массовое количество натурального i -го энергоносителя, т;

\mathcal{E} — калорийный топливный эквивалент, представляющий собой отношение низшей теплоты сгорания рабочей массы натурального топлива к теплоте сгорания условного топлива:

$$\mathcal{E} = \frac{Q_{ni}^p}{Q_y} \quad (6)$$

здесь Q_{ni}^p — низшая теплота сгорания рабочей массы натурального топлива i -го энергоносителя, ккал/кг (ккал/м³);

Q_y — теплота сгорания условного топлива — 7000 ккал/кг (7000 ккал/м³).

Подставляя в (4) зависимости (5) и (6), получим:

$$D = dK = \sum_{i=1}^n M_i \mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{ni}^p}{7000} M_i \quad (7)$$

Но эта зависимость должна удовлетворять требованию, приведенному выше, согласно которому потребность юридических лиц и граждан в энергетических услугах должна осуществляться по доступным ценам, что можно представить наиболее наглядно как ограничение через национальный доход (который свободен от повторного счета продукции в энергетических и неэнергетических отраслях), а именно:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_{ni}^p}{7000} M_i C_i \leq H, \quad (8)$$

где C_i — оптовая цена 1 т i -го энергоносителя, грн.;

H — часть национального дохода, определяющая топливную составляющую, грн.,

$$H = q(v + m);$$

здесь $(v + m)$ — национальный доход, грн.;

v — общий годовой фонд зарплаты, грн.;

m — общая годовая прибыль в национальном доходе, грн.;

q — коэффициент, определяющий общую топливную составляющую в национальном доходе.

Здесь необходимо отметить, что наряду с национальным доходом, в формуле (8) можно использовать и ВВП.

Согласно статистическому справочнику "Щорічник України" за 2001 г. ВВП и национальный доход (НД) по годам имеют такие значения:

1997 г.	ВВП — 93 365 млн. грн.	НД — 74 824 млн. грн.;
1998 г.	ВВП — 102 593 млн. грн.	НД — 81 243 млн. грн.;
1999 г.	ВВП — 130 442 млн. грн.	НД — 103 704 млн. грн.;
2000 г.	ВВП — 170 070 млн. грн.	НД — 134 719 млн. грн.;
2001 г.	ВВП — 201 927 млн. грн.	НД — 170 719 млн. грн.

В качестве базовых можно принять значения ВВП и НД за 2001 г.

Рост национального дохода пропорционален росту экономики страны в целом. А рост экономики можно считать нормальным, если он в среднем не превышает 4-6% в год. В этих пределах должен расти и национальный доход, что необходимо учитывать при прогнозировании развития баз добычи энергоносителей. Исходя из этого положения, величина H будет выражаться зависимостью:

$$H = q(v_b + m_b)h, \quad (9)$$

где v_b — общий фонд зарплаты в базовом году, грн.;

m_b — общая прибыль в национальном доходе в базовом году, грн.;

h — коэффициент, учитывающий ежегодный прирост национального дохода и имеющий вид:

$$h = (1 + a_{nn})^t, \quad (10)$$

здесь a_{nn} — показатель ежегодного прироста

Таблица 6

НПЗ	Поставка нефти, тыс. т	Переработка нефти, тыс. т	Производство нефтепродуктов, тыс. т			Мощность, млн. т	Использование производственных мощностей, %	Невозвращенные потери, %	Глубина переработки, %
			бензин	дизтопливо	мазут				
АО "Укртатнефть"	5 097,6	5 248,9	1 208,6	1 502,4	1 462,2	18,6	28,2	0,69	71,5
АО "Одесский НПЗ"	2 093,9	1 664,9	272,3	463,6	801,9	3,9	42,5	1,67	49,4
АО "Херсонский НПЗ"	1 299,1	887,9	144,4	283,3	329,2	7,1	12,2	1,52	56,3
АО "ЛиНОС"	463,6	528,6	134,5	178,6	188,1	16,0	3,3	1,78	33,0
АО "Нефтехимик Прикарпатья"	1 240,1	1 246,1	231,2	415,9	526,2	2,4	50,9	1,25	56,1
АО "Галичина"	802,8	828,1	160,2	225,3	263,5	3,0	27,8	1,39	49,4
Всего	11 996,4	10 384,0	2 133,2	3 069,1	3 570,1	51,1	20,3	1,09	63,4

национального дохода;

t — время (в годах).

Подставляя (10) в (9) получим:

$$H = q(v_6 + m_6)(1 + a_m)^t \quad (11)$$

Заменяя в уравнении (8) H на ее зависимость в (11), получим:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_{ni}^p}{7000} M_i C_i \leq q(v_6 + m_6)(1 + a_m)^t \quad (12)$$

В свою очередь, q представляет собой сумму q_i , т. е.

$$q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (13)$$

где q_i — коэффициент, определяющий составляющую i -го энергоносителя в национальном доходе.

Здесь необходимо учесть следующее. Вклад в топливную составляющую по нефти необходимо выразить через выход энергетических нефтепродуктов нефтеперерабатывающей промышленности (нефтезаводской газ, бензин, дизельное топливо, керосин, лигроин, мазут и др.), а именно:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_{ni}^p}{7000} M_{нф} \mu_{i-э.нфн} C_{i-э.нфн} \leq$$

$$\leq \sum_{i=1}^n q_{i-э.нфн} (v_6 + m_6)(1 + a_m)^t, \quad (14)$$

где Q_{ni}^p — низшая теплотворная способность i -го энергетического нефтепродукта, ккал/кг (ккал/м³);

$M_{нф}$ — общая масса перерабатываемой нефти на нефтеперерабатывающем заводе, кг/год (т/год);

$\mu_{i-э.нфн}$ — коэффициент выхода i -го вида энергетического нефтепродукта в нефтеперерабатывающей промышленности;

$C_{i-э.нфн}$ — цена 1 т i -го вида энергетического нефтепродукта, грн.;

$q_{i-э.нфн}$ — коэффициент, определяющий часть топливной составляющей i -го вида энергетического нефтепродукта.

В табл. 5 и 6 приведены данные по объемам переработки нефти, производства и потребления нефтепродуктов за период 1997–1999 гг. Эти данные позволяют определять соответствующие значения, входящие в уравнение (14).

В сумму уравнения (13) входят и величины, определяющие вклад в топливную составляющую национального дохода и по углю. Тогда уравнение (9) можно представить в виде:

$$q = q_1 + q_2 + \dots + \sum_{i=1}^n q_{y.i} \quad (15)$$

где $q_{yz,i}$ — коэффициент, определяющий вклад в топливную составляющую национального дохода по i -му виду добываемого угля.

Таблица 5

	Единица измерения	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Переработка нефти	млн. т	12,27	12,70	10,38
Производство: — автобензина	..	2,53	2,73	2,13
в т. ч. высокооктанового	..	0,26	0,41	0,36
— дизельного топлива	..	3,59	3,76	3,07
— реактивного топлива	..	0,02	0,18	0,25
— всего моторных топлив	..	6,32	6,67	5,45
— нефтябитума	..	0,25	0,26	0,28
— масел	..	0,13	0,13	0,07
— сжиженный газ	..	0,13	0,13	0,10
— мазута	..	4,33	4,30	3,68
Глубина переработки нефти	%	63,5	64,9	62,8
Потребление нефтепродуктов (по данным мониторинга):				
— автобензина	тыс. т	5 488	5 285	4 127
— дизельного топлива	..	6 310	5 831	4 688
— мазута	..	3 476	3 491	1 901

Исходя из приведенного, можно представить уравнение (8) по угольному варианту в виде

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_{i-yz}^p}{7000} M_{i-yz} C_{i-yz} \leq \sum_{i=1}^n q_{i-yz} (v_6 + m_6) (1 + a_m)^t, \quad (16)$$

где Q_{i-yz}^p — низшая теплотворная способность i -ой марки угля, ккал/кг;

M_{i-yz} — масса добываемой i -ой марки угля, кг/год (т/год);

C_{i-yz} — оптовая цена 1 т i -ой марки угля, грн.

Возникает вопрос, как определять значения q , q_i , C_i ? Значение q является показателем жизнедеятельности экономики и удовлетворения социальных потребностей человека и общества в целом.

В Украине производство большей части продукции осуществляется за счет повышенного потребления удельных затрат энергоносителей. Так, если еще недавно удельный вес энергоносителей в национальном доходе составлял 5-6%, то сейчас он вырос до 40% и

более, что в несколько раз выше, чем в США, Великобритании и Японии [9].

На наш взгляд, общая топливная составляющая q в национальном доходе не должна превышать 10-15% (0,1-0,15), определяться по следующей формуле:

$$q = \frac{K_6(1+a)^t d \cdot C_{mym}}{(V_6 + m_6)(1+a_m)^t}, \quad (17)$$

здесь C_{mym} — цена 1 т условного топлива, грн.

Значение C_{mym} определяется как взвешенная среднearифметическая величина по формуле:

$$C_{mym} = \frac{M_1 C_1 + \dots + M_n C_n}{\sum_{i=1}^{n_k} \mathcal{E}_i M_i}, \quad (18)$$

где n_k — количество величин $\mathcal{E}_i M_i, \dots, \mathcal{E}_n M_n$.

Величина C_i является переменной во времени так как на нее влияет много различных факторов, но есть пределы как повышения, так и понижения, за которыми она теряет экономический смысл. В этих пределах и необходимо варьировать C_i при прогнозировании добычи того или иного вида энергоносителя.

Это положение относится и к C_{i-yz} , что позволяет определять, какие марки угля выдерживают по цене равенство (16), а следовательно, будут добываться, а какие нет и, следовательно, не будут добываться. Таким образом, можно определять не только прогнозируемое суммарное количество угля, но также и количество отдельных марок.

Значение C_i является, как известно, также составляющей формулы рентабельности, которая имеет вид:

$$R = \frac{(C_i - C_{nci}) M_i}{\Phi_{осн} + \Phi_{об}} 100, \quad (19)$$

где C_{nci} — полная себестоимость одной тонны добываемого (производимого)

i -го энергоносителя, грн.;

$\Phi_{осн}$ — стоимость основных промышленнопроизводственных фондов, грн.;

$\Phi_{об}$ — стоимость нормируемых оборотных средств, грн.

Для удобства применения этой формулы целесообразно установить влияние каждого из трех факторов (прибыль, использования основных и оборотных фондов) на уровень рентабельности. Для определения такой зависимости воспользуемся выражением из [10]:

$$R = \frac{(C_i - C_{nci})M_i}{\Phi_{осн} + \Phi_{об}} \cdot 100 = \left[\frac{(C_i - C_{nci})M_i}{M_i C_i} \cdot \frac{1}{\frac{1}{K_{фот}} + \frac{1}{K_{об}}} \right] \cdot 100$$

здесь $(C_i - C_{nci})M_i / M_i C_i$ — прибыль на 1 грн. реализованной продукции;

$K_{фот}$ — коэффициент фондоотдачи;

$K_{об}$ — коэффициент оборачиваемости нормируемых средств.

Задаваясь рентабельностью R , принимая

реальные значения C_{nci} , варьируя в определенных пределах $K_{фот}$ и $K_{об}$, можно определить оптимальное значение C_i при конкретной добыче i -го энергоносителя на конкретном отрезке времени.

Формула, определяющая значение

величины q_i , выводится из уравнения (12) и имеет вид:

$$q_i = \frac{\alpha_i M_i C_i}{(v_б + m_б)(1 + a_m)^i} \quad (21)$$

Исходя из всего вышеизложенного, уравнение (13) будет представлять следующую зависимость:

$$q = \frac{\alpha_1 M_1 C_1}{(v_б + m_б)(1 + a_m)^1} + \dots + \frac{\alpha_n M_n C_n}{(v_б + m_б)(1 + a_m)^n} \quad (22)$$

а с учетом формулы (17) получим:

$$\frac{K_б(1+a)^i d \cdot C_{нрм}}{(V_б + m_б)(1 + a_m)^i} = \frac{\alpha_1 M_1 C_1}{(v_б + m_б)(1 + a_m)^1} + \dots + \frac{\alpha_n M_n C_n}{(v_б + m_б)(1 + a_m)^n} \quad (23)$$

Эта зависимость позволяет с достаточной для практики точностью определять в прогнозируемый период рациональное сочетание потребления различных видов энергоносителей

на основе варьирования значениями M_i и C_i .

Как известно, цель прогностической модели — получение информации не об объекте вообще, а о его будущих состояниях. Приведенная модель (23) позволяет это осуществлять не только для рационального сочетания различных видов энергоносителей, но и для отдельных их видов, например, для прогнозирования оптимального развития угольной промышленности Украины.

Для этого частного случая модель (23) будет иметь следующий вид:

$$R = \frac{(C_i - C_{nci})M_i}{\Phi_{осн} + \Phi_{об}} \cdot 100 =$$

$$\left[\frac{(C_i - C_{nci})M_i}{M_i C_i} \cdot \frac{1}{\frac{1}{K_{фот}} + \frac{1}{K_{об}}} \right] \cdot 100 \quad (24)$$

где α — коэффициент, определяющий общий вклад в топливную составляющую национального дохода по суммарной добыче энергетического угля отрасли (10–60%).

Таблица 7

В этой модели величину $M_{i\text{uz}}$ целесообразно выразить следующей зависимостью:

$$M_{i\text{uz}} = P_{i\text{np}} N_i, \quad (25)$$

здесь $P_{i\text{np}}$ — годовая производительность по углю i -го вида добычного оборудования для конкретной шахты;

N_i — количество единиц добычного оборудования с производительностью $P_{i\text{np}}$ на этой же шахте.

В табл. 7 приведены данные ДонУГИ по очистным комплексам, в том числе и нового технического уровня для шахт, позволяющих увеличить производительность более чем в два раза по сравнению с оборудованием устаревшего типа.

Количество единиц добычного оборудования с производительностью $P_{i\text{np}}$ необходимо определять, исходя из горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации их на i -ой шахте (разреze).

Подставляя в (24) вместо $M_{i\text{uz}}$ ее выражение из (25), получим модель прогнозирования по угольному варианту в виде:

$$\alpha \left[\frac{K_{\delta}(1+a)^t d \cdot C_{\text{mrm}}}{(V_{\delta} + m_{\delta})(1+a_m)^t} \right] = \frac{\mathcal{E}_{1\text{uz}} M_{1\text{uz}} C_{1\text{uz}}}{(v_{\delta} + m_{\delta})(1+a_m)^t} + \dots + \frac{\mathcal{E}_{n\text{uz}} M_{n\text{uz}} C_{n\text{uz}}}{(v_{\delta} + m_{\delta})(1+a_m)^t} \quad (26)$$

Эта модель при ее практическом применении должна обеспечивать приемлемую отраслевую рентабельность (10–20%).

Комплекс	Мощность отработываемых пластов, м	Фактическая нагрузка, т/сутки	
		1999 год	2000 год
1МКД-90	0,8–1,1	781	852
2МКД-90	1,1–1,6	1543	990
3МКД-90	1,35–2,0	1351	1525
МКД-80	0,8–1,2	574	631
КМ-87	1,2–3,0	590	552
КМ-88	1,2–3,0	383	326
КМК-98 (97)	0,9–1,5	372	415
1КМТ	0,9–1,5	473	н.д.
2КМТ	1,3–3,0	1039	н.д.
КМТ-1,5	1,3–3,0	1022	н.д.
КМ-103	1,3–3,0	339	467
1МКМ	0,9–1,5	589	464
МК-75 (85)	1,6–2,1	336	584
АНЦ	н.д.	101	н.д.
1МКДД	0,9–1,6	—	1310
Зарубежные типы			
КМК-500 (Россия)	1,55–2,2	963	н.д.
"Глиник" (Польша)	0,8–1,5	1242	1158
"Фазос" (Польша)	1,64–3,6	389	581
ВМВ (Словакия)	0,9–1,5	1542	1751
УКДЗ	0,85–1,3	1000	1500
УСТ-4	1,55–1,2	1104–2800	1104–2800
1К-101УД-04	0,7–0,95	700–800	700–800
1ПКС-0,4	н.д.	н.д.	н.д.

Примечание: н.д. - нет данных

Рентабельность отрасли в современном понимании определяется как соотношение общей суммы прибыли от обычной деятельности до налогообложения и суммы авансированного капитала для обеспечения производственной и хозяйственно-финансовой деятельности предприятий отрасли.

Исходя из этого положения, модель рентабельности угольной отрасли можно представить в виде:

$$R_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^{n_u} (C_i - C_{nci}) M_i}{\sum_{i=1}^{n_u} (\Phi_{осн} + \Phi_{об})} \cdot 100, \quad (27)$$

где R_{Σ} — отраслевая рентабельность угольной промышленности по энергетическому углю;

n_u — количество предприятий отрасли, добывающих энергетический уголь.

Выявлению рационального сочетания энергоносителей по уравнениям (23) и (26) должен предшествовать анализ всех объектов добычи энергоносителей различных видов. Это необходимо ввиду того, чтобы знать, какие факторы являются наиболее влиятельными на

C_i и C_{nci} , т. е. на рентабельность на заданном отрезке времени, а также потенциал баз энергоносителей и их технологическое состояние.

Очевидно, наиболее подходящим методом этого анализа должна быть система критериев, которые в зависимости от конъюнктуры будут определять количество добычи того или иного вида энергоносителя, а именно:

- экономический критерий добычи;
- энергетический критерий добычи;
- экологический критерий добычи;
- экологический критерий использования i -го энергоносителя;
- транспортный критерий;
- критерий безопасности;
- импортный критерий;
- критерий кризиса;
- инвестиционный критерий;
- критерий амортизации;
- критерий выработки i -го энергоносителя.

Здесь целесообразно проследить, на какие элементы формирования рационального сочетания различных видов энергоносителей влияния приведенные критериальные факторы.

Начнем с C_{nci} , для этого разложим ее на следующие составляющие:

$$C_{nci} = C_{Mi} + C_{mi} + C_{Эi} + C_{зн} + C_{ЭК} + C_б + C_a + C_{np}, \quad (28)$$

где C_{Mi} — затраты на материалы;

C_{mi} — затраты на топливо;

$C_{Эi}$ — затраты на электроэнергию;

$C_{зн}$ — затраты на заработную плату;

$C_{ЭК}$ — затраты на экологию;

$C_б$ — затраты на обеспечение безопасности ведения работ;

C_a — затраты на амортизацию;

C_{np} — прочие денежные расходы.

Из этого выражения видно, что, кроме

обычных затрат, C_{nci} включает в свой состав затраты на экологию и обеспечение безопасности ведения работ, которые непрерывно увеличиваются. Анализ этих составляющих должен осуществляться при помощи критериев экологии и безопасности, а C_a — критерием амортизации.

Составляющую по заработной плате целесообразно анализировать критерием кризиса и экономическим критерием.

Импорт энергоносителей, как известно, осуществляется с целью устранения дефицита последнего, который возникает в стране либо из-за ограниченности источника добычи, либо из-за недостаточности инвестиционных средств на строительство и модернизацию объекта добычи. Поэтому анализ импорта каждого вида энергоносителя необходимо осуществлять при помощи критериев импорта, инвестиций и выработки.

Транспортные издержки, хотя они прямо и не связаны с добычей энергоносителя,

существенно влияют на величину C_i , а следовательно, на целесообразность добычи с точки зрения затрат труда и материально-технических элементов добычи. Эти затраты необходимо анализировать с помощью транспортного критерия.

Выводы

Комплексное прогнозирование добычи энергоносителей, основанное на рациональном сочетании их видов, позволит решить следующие проблемы:

- определять необходимое покрытие потребностей страны энергоносителями на определенном отрезке времени в зависимости от конъюнктуры;

- определять направление технологического развития энергетических систем страны в целом;

- создать надежную энергетическую основу для устойчивого роста экономики государства.

Литература

1. Ковалко М. П., Денисюк С. П. Энергобереження — пріоритетний напрямок державної політики України. — К., 1998. — 512 с.
2. Ораевский В. Н. Ядерная энергетика. — К.: Наукова думка, 1978. — 214 с.
3. Крачило М. П. Энергетичні ресурси світу та забезпеченість ними людства // Энергоінформ. — 2003. — № 5. — С. 4–5.
4. Основні тенденції розвитку світової газової промисловості// Энергоінформ. — 2003. — № 8. — С. 4–5.
5. Дэвинс Д. Энергия. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 360 с.
6. Мелентьев Л. А. Системное исследование в энергетике. — М.: Наука, 1983. — 456 с.
7. Энергетика мира: Уроки будущего/ Под ред. И. А. Башмакова. — М., 1992. — 466 с.
8. Макаров А. А., Вольфберг Д. В. Будущее советской энергетики. — М., 1991. — 130 с.
9. Алымов А. Н., Пухов Г. Е., Щербина Ю. В. Главный резерв электроэнергетики// Энергетика и электрификация. — 1988. — № 3.
10. Курс анализа хозяйственной деятельности/ Под ред. М. И. Бакунова и С. К. Татур. — М.: Финансы, 1967. — 350 с.