

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І СИСТЕМ

УДК 004.942:622.68

О.В. СТОГНІЙ, канд. техн. наук, М.І. КАПЛІН, В.М. МАКАРОВ, Т.Р. БІЛАН  
Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

*Модель прогнозування розвитку вугільної промисловості України в умовах міжнародної конкуренції враховує ринкові умови функціонування галузі шляхом додавання до переліку виробників вугільної продукції джерел постачання імпортованого палива і запровадження таким чином конкурентних засад функціонування власних виробників. Конкурентоспроможність вітчизняних вуглевидобувних підприємств досягається в моделі за рахунок зменшення собівартості видобутку при здійсненні капіталовкладень у їх основні фонди й належної оцінки технологічної та економічної ефективності цих капіталовкладень.*

*Ключові слова:* вугільна промисловість, модель розвитку, конкуренція, власний видобуток, імпорт, собівартість, капіталовкладення.

Прогнозування розвитку вугільної промисловості належить до найважливіших напрямків досліджень ефективності функціонування стратегічних галузей економіки. Різноманітні аспекти прогнозування відображені у ряді оптимізаційних моделей розвитку.

У моделях попиту і пропозиції на ринках вугільної продукції, наприклад [1], мінімізуються, як правило, сукупні витрати на задоволення потреб споживачів вугілля або максимізується чистий прибуток вуглевидобувних підприємств. Моделі прогнозування видобутку вугілля по регіонах країни для виробництва електроенергії [2] використовуються при переорієнтуванні теплової енергетики на вугільне паливо і, навпаки, на споживання газу чи нафтопродуктів.

Взаємодія вугільного ринку з системами постачання та паливозабезпечення теплової енергетики в процесі реструктуризації галузі та закриття збиткових шахт описується моделями, що мінімізують витрати на постачання вугілля електростанціям з урахуванням вимог щодо якості палива.

В роботі [3] запропоновано ряд моделей для

дослідження ефективності капіталовкладень у розвиток вугільної галузі. Вони можуть використовуватися як на короткий термін прогнозування, так і на довгострокову перспективу. Розглядаються два критерії оптимізації – загальна виробнича потужність при заданих сумарних капіталовкладеннях на часовому інтервалі прогнозування, собівартість виробництва вугільної продукції та капіталовкладення при заданій загальній потребі за марками вугілля, а також їх згортка, що подає критерій максимального зростання виробничої потужності при мінімальних капіталовкладеннях. У зазначеній постановці ці оптимізаційні задачі мають бути доповнені умовами функціонування галузі у ринковому середовищі.

Описані вище моделі не враховують імпорт в контексті розвитку національної вугільної галузі, крім того, переважна більшість моделей не розглядає інших етапів обігу вугільного палива – транспортування, переробки та постачання коксівного вугілля, акцентуючи увагу на вуглевидобутку енергетичних марок. Із опису наведених моделей видно, що більшість з них обмежуються аналізом внутрішніх виробничих фондів та акцентують увагу на їх розвитку в умовах функціонування на внутрішніх ринках вугілля.

© О.В. СТОГНІЙ, М.І. КАПЛІН, В.М. МАКАРОВ, Т.Р. БІЛАН,  
2014

Таблиця 1 – Основні експортери вугілля

Країна-експортер	Обсяги експорту, млн т		
	2009	2010	2011
Індонезія	233,4	267,2	309,5
Австралія	261,7	292,6	284,5
Росія	106,4	132,8	123,7
США	53,6	74,1	97,3
Колумбія	66,8	68,1	75,5
ПАР	52,0	66,4	71,7
Казахстан	28,6	31,3	34,0
Канада	28,6	33,4	33,7

Таблиця 2 – Основні експортери енергетичного вугілля

Країна-експортер	Обсяги експорту, млн т		
	2009	2010	2011
Індонезія	231,4	265,0	308,9
Австралія	136,5	135,4	144,4
Росія	92,3	114,2	109,4
Колумбія	66,0	66,9	75,4
ПАР	51,4	65,6	71,6
США	19,6	23,0	34,1
Казахстан	28,0	29,1	31,8
В'єтнам	25,0	19,7	24,4

Таблиця 3 – Ціни на енергетичне вугілля на світовому ринку

Країна-експортер	Регіональні ринки	Ціна вугілля, дол. США/т	
		2009	2010
Австралія (FOB)	Тихоокеанський ринок	88,54	89,03
	Європейський ринок	72,97	120,56
Канада		84,45	95,97
США (FAS)	Тихоокеанський ринок	113,97	95,04
	Європейський ринок	83,85	82,21
Колумбія		58,26	77,31
Індонезія		55,29	71,01
ПАР		60,99	91,23

З появою новітніх технологій спалювання значно зросла потреба у якісному вугіллі коксівних марок, більшість з яких на території України мають низькі споживчі характеристики.

Натомість, на ринки енергетичного вугілля якісна продукція надходить у великих обсягах [4, 5] з країн-експортерів (табл. 1,2). Крім того, якість вугільного палива є критичною і

Таблиця 4 – Вихідні дані для розрахунку критеріїв вибору оптимальної марки імпортованої вугільної продукції для когелоагрегату ТЕЦ

Марка	Назва продукту	Зольність, $A^d, \%$	Сірка, $S_t^d, \%$	Волога, $W, \%$	Теплота згорання вища, $Q_1$ , ккал/кг	Вихід летких, $V_{daf}, \%$		Ціна імпортованого вугілля, дол. США
						мін.	макс.	
КСН, Казахстан	Р	38	0,7	5	4360	24	40	59
Д, Казахстан	Р	5	0,5	14,5	5100	40	47	83
Д, Кузб.	ДР	18	0,5	10	5600	40	43	60
СС, Кузб.	ССР	15	0,5	6	6000	40	40	64
Г, Кузб.	ГР	15	0,5	11	6000	40	40	64
Г, Кузб.	ГР	22	0,5	8	5500	30	40	60
ПС, Кузб.	ПСР	22	0,5	8	5800	15	22	70
Т, Кузб.	ТОМСШ	12	0,4	8	6400	13	15	64
Т, Кузб.	ТР	14	0,5	9	6000	12	18	64
Енергетичне вугілля, Австралія (в МТП "Південний" без перевалки на зовнішньому рейді)		14	1	15	6700	30	40	129
Енергетичне вугілля, Південна Африка (ПАР) (в МТП "Південний" без перевалки на зовнішньому рейді)		14	1	15	6000	30	40	129

\* ціна на імпортоване вугілля на умовах DAP, що перевозиться залізничним транспортом з Росії та Казахстану, розрахована як сума 1) ціни виробника, 2) тарифів на залізничні перевезення країн, через які проходить шлях перевезення, а також 3) ПДВ і 4) митного збору;

\*\* ціна на імпортоване вугілля на умовах DAP, що перевозиться морським транспортом, розрахована як сума 1) CIF-ціни на вугілля в Україні, 2) плати за перевалку вугілля в портах, 3) тарифів на залізничні перевезення в Україні, 4) ПДВ і 5) митного збору.

Таблиця 5 – Результати розрахунків критеріїв вибору марки імпортованого вугілля та застосування принципу крайнього песимізму

Марка	Назва продукту	Зольність, $A^d, \%$	Сірка, $S_t^d, \%$	Волога, $W, \%$	Теплота згорання вища, $Q_i$ , ккал/кг	Вихід легких, $V_{daf}, \%$		Ціна	Мінімальне значення
						мін.	макс.		
КСН, Казахстан	Р	0,0000	0,5000	1,0000	0,0000	0,4286	0,7813	1,0000	0,0000
Д, Казахстан	Р	1,0000	0,8333	0,0500	0,3162	1,0000	1,0000	0,6571	0,0500
Д, Кузб.	ДР	0,6061	0,8333	0,5000	0,5299	1,0000	0,8750	0,9857	0,5000
СС, Кузб.	ССР	0,6970	0,8333	0,9000	0,7009	1,0000	0,7813	0,9286	0,6970
Г, Кузб.	ГР	0,6970	0,8333	0,4000	0,7009	1,0000	0,7813	0,9286	0,4000
Г, Кузб.	ГР	0,4848	0,8333	0,7000	0,4872	0,6429	0,7813	0,9857	0,4848
ПС, Кузб.	ПСР	0,4848	0,8333	0,7000	0,6154	0,8929	0,7813	0,8429	0,4848
Т, Кузб.	ТОМСШ	0,7879	1,0000	0,7000	0,8718	0,9643	1,0000	0,9286	0,7000
Т, Кузб.	ТР	0,7273	0,8333	0,6000	0,7009	1,0000	0,9063	0,9286	0,6000
Енергетичне вугілля, Австралія (в МТП "Південний" без перевалки на зовнішньому рейді)		0,7273	0,0000	0,0000	1,0000	0,3571	0,2188	0,0000	0,0000
Енергетичне вугілля, Південна Африка (ПАР) (в МТП "Південний" без перевалки на зовнішньому рейді)		0,7273	0,0000	0,0000	0,7009	0,3571	0,2188	0,0000	0,0000

Максимін **0,7000**

Таблиця 6 – Основні експортери коксівного вугілля

Країна-експортер	Обсяги експорту, млн т		
	2009	2010	2011
Австралія	125,2	157,3	140,1
США	33,8	50,1	63,0
Канада	21,5	27,5	27,7
Монголія	4,6	15,7	20,0
Росія	13,3	18,0	13,8
Китай	0,6	1,5	2,9
Чехія	4,0	3,5	2,5
Нова Зеландія	2,0	2,3	2,1

для традиційних процесів спалювання внаслідок необхідності виконання європейських екологічних вимог щодо викидів шкідливих речовин від об'єктів теплової енергетики. Ресурси українського малосірчастого вугілля для пилового спалювання є дуже обмеженими.

Це вимагає дослідження доцільності імпортування вугілля залежно від співвідношення цін на якісне імпортоване вугілля (табл. 3) та вугілля власного видобутку із врахуванням вартості його збагачення.

Таким чином, виникає проблема забезпечення економіки країни вугіллям необхідної якості у заданих обсягах, яка може бути вирішена тільки шляхом закупівлі вугільної продукції за кордоном. Сьогодні в Україні ця проблема вирішується у тому числі й на рівні окремих споживачів – приватних суб'єктів ринку палив.

Зокрема, задачу вибору оптимального виду палива для котлів теплоелектроцентралей при переведенні їх на пилувугільне спалювання розглянуто в [6]. При оцінюванні критеріїв вибору палива бралися до уваги всі ланки процесу його постачання. Розглядалися показники якості вугілля, значення яких для основних країн-експортерів подані у табл. 4.

Розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації за вектором частинних цінностей, побудованому за цими показниками, серед імпортованих типів вугільної продукції з низькою, або технологічно прийнятною (штатною) сірчистістю, перевага надається вугіллю марки П Кузнецького басейну, із значенням мінімальної критеріальної оцінки 0,700 за показником «Волога» (табл. 5).

Проблема доступності палива стосується не тільки енергетичних марок вугілля для споживачів теплової енергетики, а є надто гострою й для металургійного сектору промисловості країни у зв'язку з асортиментними вимогами до марочного складу металургійних шихт. Як видно з табл. 6, можливості країн-експортерів коксівного вугілля сьогодні є також обмеженими, що потребує дослідження конкретних джерел його надходження з урахуванням транспортних обмежень та цін на купівлю й перевезення.

Усереднені якісні показники вугілля з близького і далекого зарубіжжя наведено в табл. 7.

Водночас розвиток галузей споживання палива передбачає можливість потреби у будь-яких видах вугільної продукції, а також їх постачання згідно з системою взаємних двосторонніх угод. Ці фактори впливають на асортимент потреби у вугільній продукції, поширюючи його на дефіцитні або відсутні у внутрішніх покладах марки вугілля належної якості. Разом з цим зовнішні ринки енергоносіїв здійснюють вплив на економіку країни через інструмент цін. Цей вплив може призвести до обмеження потреби на вугілля власного видобутку, а, значить, у результаті – на умови роботи підприємств власного шахтного фонду і, як наслідок, до закриття вітчизняних шахт, скорочення власного видобутку. Враховуючи особливу роль вугільного палива для національного паливозабезпечення, цю тенденцію слід розглядати як дуже негативну, таку, що протирічить засадам енергетичної безпеки. Тому моделювання стратегічних напрямків розвитку вугільної галузі має здійснюватися на основі обов'язкового врахування критеріїв енергобезпеки разом із



Таблиця 7 – Фізико-хімічні властивості вугілля

Країна походження	Тип вугілля	Зольність, $A^d$ , %	Сірка, $S_t^d$ , %	Волога, $W$ , %	Теплота згорання вища, $Q_i$ , ккал/кг	Вихід летких речовин, $V_{daf}$ , %
Індонезія (енергетичне)	Бітумінозне	2-12	0,1-0,95	10-12	5300-6700	31-42
	Суббітумінозне	1,5-7,5	0,07-0,9	24-38	4100-5200	38-37
Австралія		14	1,0	15	6700	30-40
Росія (Кузбас), енергетичне	Д	14-18	0,5	10-15	5300-5800	40-43
	Г	15-22	0,5	8-11	5500-6000	30-40
	СС	15	0,5	6	6000	40
	ПС	22	0,5	8	5800	15-22
	П	14	0,5	9	6000	12-18
	П	12	0,4	8	6400	13-15
США	Caballo Mine	5	0,36	29,9	4732	-
Колумбія	-	4,63-30,1	0,4-1,7	-	4722-7333	25,7-37
ПАР	Бітумінозне	22-35	1,1-1,8	-	4776-5492	35,5-36
Казахстан	КСНР	38	0,7	5	4360	24-40
	ДР	5-13	0,4-0,7	14,5	5100-7300	40-47

вимогою беззаперечного задоволення потреб споживачів у повному обсязі, у тому числі з джерел імпортування вугільної продукції.

Відшукання доцільного балансу між імпортом та власним видобутком з цієї точки зору є важливим питанням підвищення ефективності інвестування в галузь та розподілу грошових фондів підприємств на капіталовкладення у розвиток шахтного фонду і обігові фонди в частині вугільного палива. З цією метою розроблено математичну модель прогнозування розвитку вугільної промисловості України, яка враховує ринкові умови функціонування галузі. Вплив ринкової кон'юнктури на функціонування вітчизняних шахтопідприємств полягає у конкуренції постачальників вугілля, яка утворюється в моделі шляхом додавання до переліку виробників вугільної продукції джерел імпортування палива. Тоді ефективне і прибуткове функціонування підприємств вугільної галузі в умовах ринкової економіки можливе лише за умови достатньо низького рівня собівартості їх продукції. Цей рівень має забезпечити конкурентоспроможність шахтопідприємства на світових/внутрішніх ринках вугільної продукції з достатньою прибутковістю:

$$s_i^m + \pi_i^m = C_{\text{ринк}}^m$$

де  $s_i^m$  – собівартість вугілля марки  $m$  шахтопідприємства  $i$ ;  $\pi_i^m$  – питомий прибуток шахти  $i$  на одиницю обсягу видобутку вугілля марки  $m$ ;  $C_{\text{ринк}}^m$  – ринкова ціна на вугілля марки  $m$ .

У свою чергу, зниження собівартості досягається за рахунок здійснення заходів модернізації підприємств вугільної галузі. Основними критеріями такої модернізації для окремої шахти вважаємо:

1. Залишкові запаси вугілля на шахті.
2. Марочний склад продукції шахти з точки зору його дефіцитності для економіки країни та попиту на світових ринках вугілля.
3. Собівартість продукції після модернізації.
4. Залежність собівартості видобутку після модернізації від обсягу інвестицій в модернізацію.

Очевидно, що критерій залишкових запасів має бути врахований на домодельному етапі прогнозування розвитку шахтного фонду вугільної галузі, і надалі ми будемо розглядати лише шахтопідприємства із задовільним значенням цього показника. Інші критерії у даній роботі використовуються як параметри і результати розрахунків наступної моделі роз-

виту вугільної промисловості.

У загальному випадку математична модель розвитку вугільної промисловості країни в умовах конкуренції може бути записана у вигляді:

$$\sum_{j=1}^{N_{uu}} (s_j (K_j^T) + \pi_j) \cdot x_j + \sum_{k=1}^{N_{imn}} C_k \cdot x_k \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{N_{uu}} g_j \cdot x_j + \sum_{k=1}^{N_{imn}} g_k \cdot x_k = X_{номр}, \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{N_{imn}} x_k \leq X_{нзн, max}, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{N_{uu}} \delta_{j, \mu} \cdot x_j \leq V_{max, \mu} \Big|_{\mu = \overline{1, N_{забрудн}}}, \quad (4)$$

$$0 \leq x_j \leq X_{max, j} (K_j^T), \quad (5)$$

$$\gamma \cdot \sum_{j=1}^{N_{uu}} x_j \leq \sum_{k=1}^{N_{imn}} x_k \quad (6)$$

$$x_{l, imn} \leq \lambda \cdot \sum_{k=1}^{N_{imn}} x_k \Big|_{l = \overline{1, N_{imn}}} \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{N_{uu}} K_j^T = K_{I, \Sigma}^T \quad (8)$$

$$K_j^T \geq K_{j \min}^T. \quad (9)$$

В задачі (1) – (9) введено такі позначення:

$g_j, g_k$  – технологічні коефіцієнти збагачення вугілля шахти  $j$  та джерела імпорту  $k$  відповідно;

$x_j, x_k$  – обсяги видобутку та імпортування вугілля з шахти  $j$  та джерела імпорту  $k$  відповідно;

$N_{uu}$  – кількість вуглевидобувних підприємств в країні;

$N_{imn}$  – кількість джерел імпортування вугілля;

$X_{номр}$  – загальна величина попиту на вугілля;

$X_{max, j}$  – потенційно досяжні обсяги видобут-

ку на  $j$ -му підприємстві енергетичного чи коксівного вугілля, відповідно;

$X_{нзн, max}$  – сумарна пропускна здатність портів та залізниць;

$\delta_{j, \mu}$  – питоми, на одиницю кінцевої продукції викиди забруднювача  $\mu$  на шахтопідприємстві  $j$ ;

$V_{max, \mu}$  – гранично допустимий обсяг викидів забруднювача  $\mu$ ;

$N_{забрудн}$  – кількість забруднювачів оточуючого середовища;

$C_k$  – ціна імпортованої вугільної продукції з джерела імпортування  $k$ ;

$\lambda$  – частка обсягу імпортування з одного джерела, допустима згідно з вимогами енергетичної безпеки;

$\gamma$  – частка обсягу імпортування, допустима згідно з вимогами енергетичної безпеки;

$K_j^T$  – обсяг інвестицій в шахтопідприємство  $j$  в періоді часу  $T$ ;

$K_{I, \Sigma}^T$  – загальний обсяг інвестицій в галузь в періоді часу  $T$ ;

$K_{j \min}^T$  – мінімально необхідний обсяг інвестицій в шахтопідприємство  $j$  в періоді часу  $T$ .

Як видно з визначення цільової функції (1) моделі, а також окремих обмежень (6), (9), (10) на граничну продуктивність шахти та сумарний обсяг капіталовкладень у галузь та гранично допустимих інвестицій в окремі шахти, капіталовкладення та їх ефективність здійснюють комплексний вплив на оптимальний розв'язок задачі оптимізації (1) – (10). Для отримання правильних значень оптимальних обсягів та відповідних їм цін на вугільну продукцію капіталовкладення мають враховуватись одночасно і узгоджено у вказаних обмеженнях моделі. Дійсно, інвестування у вугільне підприємство приводить до збільшення його основних фондів і відповідного зростання ціни, проте іншим наслідком інвестицій є зростання продуктивності із зворотним впливом на ціну. Крім того, зростає технологічна, зокрема енергетична, ефективність функціонування підприємства, що також призводить до зменшення цін.

Врахування впливу інвестицій на економічні й технологічні аспекти функціонування вугільного підприємства можна розглядати в межах різного рівня деталізації. Наприклад, у роботі [3] для цього використовується інтегральна залежність виробничої потужності  $X_j$  шахти від обсягів капіталовкладень у неї  $K_j^T$  (див. рисунок).

Таблиця 8 – Обсяг інвестицій по деяких шахтах для виведення їх на рентабельний рівень

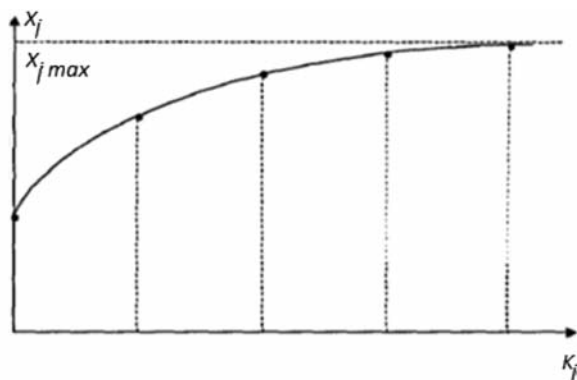
Підприємство, шахта	Марка вугілля	Орієнтовний обсяг інвестицій млн грн			Розрахунковий термін вкладення інвестицій	Досягнення максимального обсягу видобутку	
		Всього	зокрема			тис. т	рік
			на тех. переоснащення	на кап. будівництво			
<b>ДП "ДВЕК"</b>							
ш. "Південнодонбаська №3"	ДГк, Гк	462,953	45,199	417,754	2010-2015	1500	2015
ш/у "Трудівське"	Де, ДГе	269,332	115,82	153,512	2010-2013	1183	2015
ш. ім. О.О.Скочинського	Ж, К, Г, ПС,П	105,514	104,515	0,999	2010	600	2012
<b>ДП "Макіїввугілля"</b>							
ш. "Холодна балка"	А, П	193,2	115,956	77,2	2010-2012	670	2013
ш. "Чайкіно"	Г, Ж, К, ПС,П	50,74	9,565	40,8	2010-2011	600	2012
ш.ім. С.М.Кірова	К, П, ПС	476,8	247,763	229	2010-2013	940	2014
ш. "Бутівська"	Г	50,4	50,4	0	2010	630	2011
ш. ім.В.М.Бажанова	Г, К, Ж, ПС	385	71,9	313,047	2010-2013	1100	2014
ш. "Північна"	К, ПС, П	200,6	200,6	0	2010-2013	660	2013
ш. "Ясинівська-Глибока"	ПС, П	91,9	67,8	24,034	2010-2011	820	2014
<b>ДП "Красноармійськвугілля"</b>							
ш. ім. Стаханова	Ге,Гк,Же,Жк	625,5	486,8	138,651	2010-2013	3400	2015
ш "Димитрова"	ДГе,ДГк,Ге,Гк	145,1	145,1	0	2010-2011	770	2012
<b>ДП "Селидіввугілля"</b>							
ш. №1/3 Новогродівська	Дг, Г	418	213,419	204,481	2010-2015	1000	2014
ш. "Росія"	Д, ДГ, Г	326,6	143	183,6	2010-2013	1000	2014
<b>ДП "Добропіллявугілля"</b>							
ш. "Добропільська"	Г	4,481	0	4,481	2011	1500	2013
ш. "Білицька"	Д, дг, Г	170,015	130,975	39,04	2010-2011	1153	2015
ш. "Новодонецька"	Дг, Г	116,56	65,185	51,375	2010-2011	1500	2014
ш. "Піонер"	Дг, Г	285,374	109,945	175,429	2010-2012	1300	2015
ш. "Алмазна"	Дг, Г	144,368	117,054	27,314	2010-2011	1500	2015
<b>ДП "Луганськвугілля"</b>							
ш/у "Луганське"	Дг, Г	335,222	234,667	100,555	2010-2012	1800	2013
ш. "Никанор-Нова"	П, А	325,883	203,89	121,993	2010-2014	780	2015
ш. "Вергелівська"	П, А	237,315	176,524	60,791	2010-2013	700	2015

Залежність на рисунку комплексно відображає результативність вкладання коштів в окреме шахтопідприємство, яка у загальному випадку залежить від співвідношення оснащеності шахти продуктивною енергоефективною технікою та гірничо-геологічних умов, у яких здійснюється видобуток на даній шахті. Очевидно, що встановлення такої залежності потребує глибокого дослідження кожного підприємства вуглевидобутку, здійснення його енергетичного аудиту, врахування різномірних оцінок експертів галузі. Це вимагає виконання значної роботи у напрям-

ку дослідження наявного стану шахтного фонду країни і може бути недосяжним у зв'язку із приватизацією значної кількості вуглевидобувних підприємств. Тому у даній роботі вплив капіталовкладень на зміну обсягів видобування кожної шахти та відповідної собівартості видобутку буде враховуватись модельним чином, співвідношеннями (6), (9), (10) та цільовою функцією (1) для наперед визначених варіантів реконструкції, модернізації галузі.

Як вихідні дані для такого врахування може бути використаний, наприклад, попередній





Залежність виробничої потужності від обсягів капіталовкладень

перелік з 38 шахт, які мають перспективу розвитку та є найбільш привабливими до приватизації, та 46 шахт, які можуть мати перспективу розвитку за умови зміни цінової політики, впровадження високопродуктивного очисного обладнання для відробки тонких пластів, збільшення інтенсивності капітального будівництва [7].

Ці шахти визначені на основі бізнес-планів шахт та інвестиційних проектів потенційних інвесторів, які були надані Міненерговугілля для визначення орієнтовних обсягів інвестицій на технічне переоснащення та капітальне будівництво по кожній з шахт (табл. 8).

У випадку вкладення в запропоновані шахти 11 млрд грн інвестицій по першій групі і 7,8 млрд грн по другій, видобуток вугілля на них зростає з 25,4 млн т до 47,3 млн т і з 7,2 млн т до 21,3 млн т відповідно.

#### ВИСНОВКИ

1. Запропонована модель розвитку вугільної галузі країни враховує ринкові умови функціонування галузі шляхом додавання до переліку виробників вугільної продукції джерел постачання імпортованого палива і запровадження таким чином конкурентних засад функціонування власних виробників – суб'єктів внутрішніх ринків вугілля.

2. Конкурентоспроможність вітчизняних вуглевидобувних підприємств досягається в моделі за рахунок зменшення собівартості видобутку при здійсненні капіталовкладень (інвестицій) у їх основні фонди й належної оцінки технологічної та економічної ефективності цих капіталовкладень.

3. У межах підходу, що розглядається, до визначення переліку найбільш інвестиційно результативних підприємств вітчизняного шахтного фонду запропоновано відмовитись від використання узагальнених залежностей ефективності капіта-

ловкладень на користь індивідуальних експертних оцінок конкретних інвестиційних проектів.

4. Результатом розв'язання оптимізаційної задачі запропонованої моделі є обсяги видобутку вітчизняних шахтопідприємств, а також відповідні обсяги надходження імпортованого вугілля у порівнюваних варіантах спрямування капіталовкладень в галузь при заданих потребах економіки країни на вугільну продукцію.

1. Henderson J.M. A short-run model for the coal industry // *The Review of Economics and Statistics*. – 1955. – Vol.37, No.4. – P. 336–346.
2. Green J.W. *Western Energy: The Interregional Coal Analysis Model* // Natural Resource Economics Division; Economics, Statistics, and Cooperatives Service; U.S. Department of Agriculture, Technical bulletin. – 1980. – No.1627.
3. Кулик М.М. Роль вугілля у формуванні паливно-енергетичних балансів та оптимізація розвитку вугільної промисловості України // *Проблеми загальної енергетики*. – 2002. – Вип.6. – С. 7–16.
4. *Coal Statistics* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.worldcoal.org/resources/coal-statistics/>.
5. *Coal information*. International Energy Agency. Published by : OECD Publishing, 2012.
6. Стогній О. В. Визначення оптимальної марки вугілля ТЕЦ при переведенні їх котлоагрегатів на пиловугільне спалювання / О.В. Стогній, В.М. Макаров, Т.Р. Білан // *Проблеми загальної енергетики*. – 2013. – № 1(32). – С. 28–37.
7. *Мінвуглепром* визначився з попереднім переліком інвестиційно привабливих шахт та запрошує до співробітництва [Електронний ресурс]. Офіційний сайт Міністерства енергетики і вугільної промисловості. – Режим доступу: <http://www.mvp.gov.ua/?news=84036>.

Надійшла до редколегії 18.02.2014

Рецензент

Зав.відділу прогнозування

науково-технічного прогресу в енергетиці

та ефективності енерготехнологій

ІЗЕ НАН України,

д-р техн. наук, професор

О.А. Шрайбер