

# НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ

УДК 622.324:338.5

**О.Є. МАЛЯРЕНКО**, канд. техн. наук, ст. наук. співр., **Н.Ю. МАЙСТРЕНКО**,  
**Г.О. КУЦ**, канд. техн. наук, ст. наук. співр.  
Інститут загальної енергетики НАН України,  
вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03680, Україна

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ ЕКОНОМІКИ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСАХ З УРАХУВАННЯМ ПОПИТУ НА ЕНЕРГОЄМНІ ЕКСПОРТНО-ОРІЄНТОВАНІ ВИДИ ПРОДУКЦІЇ

*Надано методичний підхід та математичну модель прогнозування рівнів споживання енергетичних ресурсів з урахуванням попиту на енергоємні види продукції; удосконалений методичний підхід дозволяє визначити прогнозне споживання енергоресурсів на виробництво окремих видів продукції для внутрішнього і зовнішнього ринку, провести оцінку енергетичної ефективності експортно-імпоротної діяльності промислових виробництв; оцінено прогнозні обсяги ПЕР, що вивозяться з країни з експортованою продукцією та їх частку від загального енергоспоживання на виробництво продукції.*

*Ключові слова:* обсяги споживання, експорт енергетичних ресурсів, енергоемність продукції, прогнозні рівні енергоспоживання.

Майбутній стан економіки країни потребує визначення обсягів прогнозного споживання енергетичних ресурсів при різних сценаріях розвитку економіки з урахуванням факторів впливу на енергоспоживання. Основною метою дослідження є розвиток теоретичних засад та розроблення методів і засобів прогнозування потреби в енергетичних ресурсах з урахуванням факторів попиту на експортні види продукції.

Науковою новизною отриманих результатів є удосконалення методики обчислення прогнозних рівнів споживання з урахуванням економічного фактора попиту для експортно-орієнтованих видів економічної діяльності, яка дає можливість обчислення прогнозних обсягів споживання палива та енергії для потреб внутрішнього і зовнішнього ринку на продукцію. На прогнозні рівні споживання енергоресурсів впливають такі фактори: темпи росту ВВП, структура ВДВ (співвідношення ВДВ секторів економіки до загальної суми ВДВ країни),

© О.Є. МАЛЯРЕНКО, Н.Ю. МАЙСТРЕНКО, Г.О. КУЦ, 2015

структура експортно-орієнтованих виробництв, обсяги і темпи впровадження заходів з енергозбереження у секторах економіки.

Рівні сумарного прогнозного споживання ПЕР обчислюються як сума обсягів споживання за видами економічної діяльності та обсягів споживання населенням:

$$P_s^t = \sum_k P_k^t + P_{nac}^t, \quad (1)$$

де  $k$  – вид економічної діяльності за діючим класифікатором;

$P_{nac}^t$  – прогноз споживання ПЕР населенням;

$\sum_k P_k^t$  – сумарне енергоспоживання за видами економічної діяльності (ВЕД), яке, у свою чергу, визначається за формулою:

$$\sum_k P_k^t = \sum_k e_{ВДВ_k}^{\delta} ВДВ_k^t - \sum_k \Delta E_k^t, \quad (2)$$

де  $e_{ВДВ_k}^{\delta}$  – енергоемність ВДВ  $k$ -го виду економічної діяльності у базовому році;

$ВДВ_k^t$  – обсяг ВДВ у прогнозному році, що

задається прогнозною структурою ВДВ;

$\sum_i \Delta E_i^t$  – сумарний прогнозний потенціал енергозбереження у  $t$ -му році.

Рівні кінцевого споживання енергії за видами економічної діяльності визначають:

$$P_{jk}^t = e_{ВДВjk}^t V_{ДВk}^t \quad (3)$$

де  $e_{ВДВjk}^t$  – енергоємність ВДВ  $j$ -го виду енергії (паливоємність, теплоємність, електроємність)  $k$ -го виду економічної діяльності у  $t$ -му році, кг у.п./грн;

$V_{ДВk}^t$  – прогнозний обсяг валової доданої вартості  $k$ -го виду економічної діяльності у  $t$ -му році, тис. грн/рік.

Прогнозні значення енергоємності ВДВ на короткострокову перспективу визначаються з урахуванням тенденцій їх зміни за ретроспективний період (наприклад, 5 років), що вже відбуваються в секторах економіки. Визначення ж на період 11–20 років вимагає сценарного підходу з визначенням загального потенціалу енергозбереження за рахунок переходу на інші технології, що враховує стратегічний розвиток економіки країни.

Значний вплив на прогнозні рівні споживання ПЕР має зовнішній попит на експортовану продукцію. Для нашої країни основними

видами експортованої продукції є чорні метали та вироби з них, зерно, хімічна продукція. Останніми роками збільшилась частка експорту харчової продукції, зокрема рослинної олії, продукції сільського господарства та окремих видів машинобудівної продукції (табл. 1, 2). До найбільш енергоємних експортно-орієнтованих видів продукції відносяться: продукція металургії (чавун та напівфабрикати зі сталі), хімічної та харчової (олія соняшникова) промисловості.

Прогноз споживання  $j$ -го виду паливно-енергетичних ресурсів на виробництво  $k$ -ї продукції у  $t$ -му році визначається за формулою:

$$P_{jk}^t = e_{jk}^t V_k^t = K_{ен}^t e_{jk}^b l_k^t V_{nk}^t \quad (4)$$

де  $e_{jk}^t$  – енергоємність  $j$ -го виду паливно-енергетичних ресурсів на виробництво  $k$ -ї продукції у  $t$ -му році;

$V_k^t$  – обсяг виробленої у  $t$ -му році продукції  $k$ -го виду;

$K_{ен}^t$  – прогнозний коефіцієнт зниження енергоємності  $k$ -ї продукції у  $t$ -му році;

$e_{jk}^b$  – енергоємність  $j$ -го виду паливно-енергетичних ресурсів на виробництво  $k$ -ї продукції у базовому році;

$l_k^t$  – частка  $k$ -го виду продукції у валовій доданій вартості  $n$ -ї секції економіки у  $t$ -му році;

**Таблиця 1 – Основні експортні товари України з країнами ЕС\* в січні–квітні 2015 р., млн дол. США**

Показник	Всього	% до січня–квітня 2014 р.	Частка до загального обсягу, %
Всього	4 258	65,6	100,0
Недорогоцінні метали і вироби	1123	67,0	26,4
Продукти рослинного походження	731	53,9	17,2
Машини і механізми	597	88,1	14,0
Мінеральні продукти	516	45,6	12,1
Готові харчові продукти	283	84,8	6,6
Деревина	220	87,6	5,2
Олії та масло	164	76,5	3,9
Текстиль	158	80,2	3,7
Хімічні продукти	151	53,0	3,5
Продукти тваринного походження	35	151,8	0,8

\* Розраховано за даними Державної служби статистики.

**Таблиця 2 – Динаміка зміни структури експорту в Україні\* за 2008–2015 роки, частка в загальному експорті, %**

	2008 р.	2010 р.	2012 р.	2014 р.	2 місяці 2015 р.
Експорт АПК	16,2	19,3	26,0	30,9	37,9
Експорт продукції машинобудування	16,0	17,3	18,9	10,8	10,3
Експорт мінеральних продуктів	10,5	13,1	11,1	11,3	8,8
Експорт продуктів хімічної промисловості	7,5	6,8	7,4	5,7	6,0
Експорт металів та виробів з них	41,2	33,7	27,5	28,3	27,1

\* Розраховано за даними Державної служби статистики.

$VDB_{nk}^t$  – валова додана вартість  $n$ -ї секції економіки, до якої входить  $k$ -й вид продукції, у  $t$ -му році.

Прогнозний обсяг виробництва  $k$ -го виду продукції у  $t$ -му році включає обсяги, призначені для внутрішнього споживання  $V_{внк}^t$  та на експорт  $V_{екск}^t$ :

$$V_k^t = V_{внк}^t + V_{екск}^t \quad (5)$$

при цьому сумарні прогнозні обсяги виробництва не повинні перевищувати встановлену потужність по виробництву  $k$ -ї продукції у  $t$ -му році:

$$V_k^t \leq M_k^t,$$

де  $M_k^t$  – потужності існуючих виробництв  $k$ -ї продукції станом на  $t$ -й рік.

Відповідно прогноз споживання паливно-енергетичних ресурсів за видами економічної діяльності, що мають у своєму складі експортно-орієнтовані види продукції та послуг, має визначатись як сума прогнозної потреби у ПЕР для забезпечення внутрішнього ринку та зовнішнього попиту у товарах і послугах.

Сукупний попит на паливо або енергію  $j$ -го виду у  $t$ -му році на виробництво  $k$ -го виду продукції можна записати так:

$$P_{jk}^t = \sum_k P_{внjk}^t + \sum_k P_{екскjk}^t, \quad (6)$$

де  $P_{jk}^t$  – сукупний попит на  $j$ -й вид палива або енергії, що визначається потребою  $k$ -х споживачів у цьому виді палива або енергії у  $t$ -му році;

$\sum_k P_{внjk}^t$  – внутрішній попит на  $j$ -й вид палива або енергії, що визначається потребою  $k$ -х споживачів у цьому виді палива або енергії для забезпечення потреби внутрішнього ринку у  $t$ -му році;

$\sum_k P_{екскjk}^t$  – зовнішній попит на  $j$ -й вид палива або енергії, який дорівнює витратам  $j$ -го виду палива або енергії на виробництво експортної продукції  $k$ -го виду у  $t$ -му році.

Внутрішній попит на певний вид  $j$ -го палива чи енергії складається з потреби у певному виді палива для виробництва  $k$ -ї продукції (у т.ч. енергоносіїв: електричної і теплової енергії, води, повітря, ін.) або наданні послуг, який визначається сумою надходження палива власного видобутку або власного виробництва продуктів переробки палива з імпоротної сировини та імпортних видів палива і продуктів їх переробки:

$$P_{внjk}^t = \sum_k e_{ijk}^t V_{внк}^t = \sum_k K_{ен}^t e_{ijk}^{\delta} V_{внк}^t, \quad (7)$$

де  $e_{ijk}^t$ ,  $e_{ijk}^{\delta}$  – наскрізна енергоємність  $j$ -го виду енергоресурсу на виробництво одиниці продукції  $k$ -го виду у  $t$ -му та базовому році відповідно;

$V_{enk}^t$  – обсяг продукції  $k$ -го виду для внутрішнього споживання із врахуванням чисельності населення у  $t$ -му році:

$$V_{enk}^t = \vartheta_k^t N^t, \quad (8)$$

де  $\vartheta_k^t$  – споживання на особу  $k$ -го виду продукції у країні у  $t$ -му році;

$N^t$  – чисельність населення країни у  $t$ -му році.

Показник обсягу продукції для внутрішнього споживання може розраховуватись і за іншими показниками, крім споживання на особу, в залежності від специфіки виду продукції.

Іншим варіантом визначення енерговитрат  $j$ -го виду на задоволення внутрішнього попиту на  $k$ -й вид продукції у  $t$ -му році є такий:

$$P_{enjk}^t = \sum_k e_{ijk}^t P_{enk}^t, \quad (9)$$

де  $P_{enk}^t$  – внутрішній попит на  $k$ -й вид продукції у  $t$ -му році, який визначається як сума

$$\sum_k P_{enk}^t = V_{enk}^t + \sum_k P_{imnk}^t, \quad (10)$$

де  $\sum_k P_{imnk}^t$  – попит на імпорту продукцію  $k$ -го виду, яка за якістю відрізняється від аналогічної продукції вітчизняного виробництва.

Розрахунок попиту на  $k$ -ту продукцію виконується за формулами [1]:

$$P_{enk}^t = P_{enk}^{\bar{}} \left( \frac{k_k^t B D B_k^t}{k_k^{\bar{}} B D B_k^{\bar{}}} \right)^{\alpha} \left( \frac{C_{enk}^t}{C_{enk}^{\bar{}}} \right),$$

$$P_{imnk}^t = P_{imnk}^{\bar{}} \left( \frac{k_k^t B D B_k^t}{k_k^{\bar{}} B D B_k^{\bar{}}} \right)^{\alpha} \left( \frac{C_{imnk}^t}{C_{imnk}^{\bar{}}} \right)^{\beta}, \quad (11)$$

де  $P_{enk}^t, P_{imnk}^t, P_{enk}^{\bar{}}, P_{imnk}^{\bar{}}$  – відповідно внутрішній та імпортований попит на  $k$ -ту продукцію у  $t$ -му та базовому роках відповідно;

$C_{enk}^t, C_{enk}^{\bar{}}$  – відповідно ціни внутрішнього ринку на  $k$ -ту продукцію у  $t$ -му році (очікувані) та базовому році;

$C_{imnk}^t$  – імпортована ціна на аналогічну  $k$ -ту продукцію у  $t$ -му році (очікувана).

Попит на  $j$ -й вид енергоресурсів для виробництва продукції на експорт можна визначити так:

$$P_{екс_j}^t = \sum_i e_{n_{ji}}^t \cdot V_{екс_i}^t = \sum_i K_{екс_i}^t \cdot V_i^t \cdot K_{ен_i}^t \cdot e_{n_{ji}}^{\bar{}}, \quad (12)$$

де  $K_{екс_i}^t$  – частка експорту від обсягів виробництва у  $t$ -му році (може бути стабільною, як для продукції чорної металургії, а може зростати чи зменшуватись); при цьому сукупний випуск продукції згідно з формулою (5) є сумою випуску для внутрішнього і зовнішнього споживання і визначається так:

$$V_i^t = V_{ен_i}^t + V_{екс_i}^t = v_i^t \cdot N + K_{екс_i}^t \cdot V_i^t. \quad (13)$$

При визначенні обсягів енергоресурсів, що витрачені на кінцеву продукцію, яка надходить на експорт, важливим є врахування саме наскрізних енергетичних витрат, оскільки у готовій продукції, що вивозиться, уречевлені енергетичні витрати на виробництво по всіх технологічних переділах. У виробництві труб з чорних металів на 100% входить виробництво прокату, в якому міститься 57% чавуну, що є дуже енергоємним продуктом, як кінцевим, так і напівфабрикатом.

Попит на  $j$ -й вид палива або енергії для виробництва експортної частини випуску продукції можна на перспективу обчислити за таким алгоритмом:

$$P_{екс_j}^t = \sum_i K_{non_i}^t \cdot K_{ч_i}^t \cdot e_{n_{ji}}^t \cdot V_{екс_i}^t = \sum_i K_{non_i}^t \cdot K_{ч_i}^t \cdot V_{екс_i}^t \cdot K_{ен_i}^t \cdot e_{n_{ji}}^{\bar{}}, \quad (14)$$

де  $K_{non_i}^t$  – коефіцієнт попиту на  $i$ -й товар, який є добутком двох таких коефіцієнтів:

$$K_{non_i}^t = K_{як_i}^t \cdot K_{кон'юнк_i}^t,$$

де  $K_{як_i}^t$  – коефіцієнт якості продукції, який впливає на обсяги попиту на зовнішньому ринку і може коливатися у межах:  $0 < K_{як_i}^t < 1$ ;

$K_{кон'юнк_i}^t$  – коефіцієнт кон'юнктури, який визначає доцільність виробництва продукції даного виду на експорт за умови її відповідності до призначення та до асортименту і номенклатури.

тури, і може набувати значення:  $K_{кон'юн_i}^t = 0$  або  $K_{кон'юн_i}^t = 1$ , тобто чи є доцільність виробництва  $i$ -ї продукції на експорт чи немає;

$K_{ц_i}^t$  – ціновий коефіцієнт корегує обсяги попиту залежно від ціни зовнішнього ринку і дорівнює:

$$K_{ц_i}^t = \frac{Ц_{екс_j}^t}{Ц_{вн_j}^t}, \quad (15)$$

де  $Ц_{екс_j}^t$  – ціна  $i$ -ї продукції на світовому ринку у  $t$ -му році;

$Ц_{вн_j}^t$  – ціна  $i$ -ї продукції на внутрішньому ринку у  $t$ -му році.

Якщо  $K_{ц_i}^t > 1$ , то зовнішній попит буде зростати, якщо менше, скорочуватись.

Експортно-орієнтовані енергоємні види продукції становлять певну частку від енергоспоживання за видом економічної діяльності. На перспективу в залежності від політики держави можна за вибраними сценаріями задатися певною часткою таких виробництв, виходячи з аналізу світових ринків металу, хімічної продукції, зерна та ін. Ця частка прогнозного споживання за ВЕД має визначатися попитом окремо для внутрішнього і зовнішнього споживання. Інші види продукції визначаються за енергоємністю ВДВ відповідного ВЕД та частки їх у структурі сектору. Підсумовування прогнозного споживання по секторах економіки та для населення дозволяє визначити прогнозні рівні споживання країни як в цілому, так і по окремих видах ПЕР.

Для визначення прогнозних обсягів споживання сталевих прокату чорних металів використано оцінки фахівців, що розробили Національну доповідь «Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави» [2]. У документі задекларовано, що «для призупинення падіння обсягів металофонду в Україні необхідно замінювати близько 15 млн. т зношеного металу щорічно, в т.ч. 11 млн. т прокату і труб та 4 млн. т обладнання». Відповідно до цих прогнозів «за умови фінансування оновлення та розвитку інфраструктури в Україні в необхідному обсязі можливе прискорення розвитку внутрішнього ринку прока-

ту до рівня 19 млн. т у 2015 р. та 28 млн. т у 2020 р.» [2]. Для оптимістичного сценарію прийнято більш повільні темпи досягнення означених показників по обсягах внутрішнього споживання у 2025 і 2030 рр. (табл.3). Для песимістичного сценарію доцільно задатися ростом споживання сталі на особу за темпами, що мали місце у період з 2002 р. по 2012 р.: в цілому зростання споживання на особу за відповідний період відбулось на 43,3 кг/особу, або на 4,33 кг/осіб/рік, що може бути використано для прогнозування на період до 2020 р. Наступне десятиліття повинно мати більші темпи, наприклад, такі: з 2020 по 2025 рр. з темпами 10,49 кг/осіб/рік, а з 2025 р. – 20,98 кг/осіб/рік, що мали місце у період 2002–2007 рр., коли за 5 років обсяги споживання сталі на особу збільшились на 104,9 кг/особу (табл.3). Базовий варіант очікується в межах приведених оцінок.

Для оцінки прогнозного обсягу виробництва прокату чорних металів на експорт проаналізовано енергетичні витрати на експорт за 2010–2012 рр. та тенденції зміни показників випуску, експорту та енергетичних витрат для продукції прокату.

Аналіз цін на прокат виконано за даними видання «Металл України, СНГ, мира». Виявлено, що прогнозний попит на листовий прокат при такому самому характері цін буде знижуватись приблизно на 20%; для сортового прокату по окремому сортаменту (балки) попит буде збільшуватись у середньому на 2%, а на інші види сортового прокату зменшуватись приблизно на 10%. У середньому на сортовий прокат попит зменшиться на 8%, а на прокат у цілому приблизно на 14% відносно базового 2012 р. Тоді прогнозний обсяг випуску прокату очікується у 2030 р. на рівні 24,8 млн т (у т.ч. 14,2 млн т для внутрішнього споживання). Отриманий для 2030 р. прогнозний показник за песимістичними оцінками відповідає обсягу виробництва прокату 2007 р. (24,5 млн т), який був найкращим для чорної металургії.

Для визначення обсягів споживання енергоресурсів на період 2030 р. на виробництво металопродукції прийнято зниження наскрізної металургійної енергоємності прокату на 20% відносно показників 2012 р., тобто 950 кг у.п./т. Для порівняння галузева енергоємність виробництва прокату нині у Китаї становить 1092 кг у.п./т, США – 853 кг у.п./т, країнах ЄС

**Таблиця 3 – Прогноз споживання ПЕР для внутрішнього виробництва прокату чорних металів, розрахований за показниками на особу по сценаріях**

Показник	2015 р.	2020 р.	2025 р.	2030 р.
<b>Оптимістичний сценарій</b>				
Споживання сталевого прокату, млн т	11	15	19	28
Постійне населення, млн осіб	44,1	42,4	40,7	39
Споживання на одну особу, кг/осіб	249,4	353,8	466,8	717,9
Прокат чорних металів, тис. т у.п.	12633,5	16237,5	19313,5	26600
<b>Песимістичний сценарій</b>				
Споживання сталевого прокату, млн т	8,15	8,8	10,5	14,2
Постійне населення, млн осіб	44,1	42,4	40,7	39
Споживання на одну особу, кг/осіб	184,9	206,5	259	363,8
Прокат чорних металів, тис. т у.п.	9365,0	9477,9	10715,2	13490

– 853 кг у.п./т, Японії – 887 кг у.п./т, Росії – 1228 кг у.п./т [3].

Відповідно при очікуваному зниженні енергоємності прокату витрати ПЕР на його виробництво становитимуть 23,5 млн т у.п. (у т.ч. 13,5 млн т у.п. для внутрішнього споживання та 10,1 млн т у.п. для експортної продукції), що близько до рівня споживання ПЕР для виробництва прокату по наскрізних енерговитратах у 2010 р. (22,2 млн т у.п. при обсязі виробництва 26,7 млн т).

Оцінка енергетичної ефективності експортно-імпортних відносин, що пропонується авторами, на відміну від методики, описаної в [4], де використано показник енергоємності валюти та оцінено вартість вивезених та ввезених енергоресурсів, ґрунтується на показниках наскрізної енергоємності кінцевої продукції, що вивозиться з країни (експортера чи імпортера) та визначенні обсягів енергоресурсів, що уречевлені у експортній (імпортній) продукції. Показник закордонної наскрізної енергоємності певного виду продукції залежить від країни, з якою проводяться операції експорту-імпорту,

але при більш укрупнених оцінках можливо приймати усереднене значення величини наскрізної енергоємності для цілої низки країн-імпортерів. Показник наскрізної енергоємності розраховується згідно з методичними положеннями [5,6].

Для визначення обсягів вивозу або ввозу енергетичних ресурсів у результаті експорту-імпорту певного виду продукції, а також з метою порівняння цих обсягів і оцінки доцільності зазначених операцій з точки зору енергетичного фактора пропонуються такі алгоритми розрахунку:

– обсяг енергоресурсів, що вивозиться з експортною продукцією, тис. т у.п.:

$$Q_{ексі}^t = \sum_i V_{ексі}^t e_{вні}^t, \quad (16)$$

де  $V_{ексі}^t$  – обсяг експорту  $i$ -ї продукції у натуральному вимірі, тис. т;

$e_{вні}^t$  – показник наскрізної енергоємності  $i$ -ї продукції в країні-експортері, кг у.п./т;

**Таблиця 4 – Розрахунок показників енергетичної ефективності операцій з експорту-імпорту енергоємної продукції чорної металургії України**

Показник	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
<b>Чавун</b>				
Випуск продукції, млн т	27,4	28,9	28,0	29,1
Наскрізна металургійна внутрішня енергоємність, кг у.п./т <sup>1)</sup>	644,0	625,5	609,1	598,6
Наскрізні енерговитрати на випуск продукції, млн т у.п. <sup>2)</sup>	17,6	18,1	17,4	17,4
Експорт, млн т	1,5	1,8	2,0	2,3
Наскрізні енерговитрати на експортну продукцію, млн т у.п.	0,9	1,1	1,2	1,3
Частка енерговитрат на експорт від енерговитрат на випуск, %	5	6	7	8
Ефективність експорту, млн т у.п.	-84,0	-134,1	-161,8	-210,2
Імпорт, млн т	0,06	0,04	0,03	0,01
Наскрізна металургійна закордонна енергоємність, кг у.п./т <sup>3)</sup>	700,0	700,0	690,0	690,0
Наскрізні енерговитрати на імпортну продукцію, млн т у.п.	0,04	0,03	0,02	0,01
Ефективність імпорту, млн т у.п.	3,4	3,0	2,4	0,9
<b>Прокат чорних металів</b>				
Випуск продукції, млн т	27,0	28,2	26,7	26,1
Наскрізна металургійна внутрішня енергоємність, кг у.п./т	1262,8	1224,9	1188,2	1164,4
Наскрізні енерговитрати на випуск продукції, млн т у.п.	34,1	34,5	31,7	30,4
Експорт, млн т	23,7	24,1	22,4	23,1
Наскрізні енерговитрати на експортну продукцію, млн т у.п.	29,9	29,6	26,7	26,9
Частка енерговитрат на експорт від енерговитрат на випуск, %	88	81	84	89
Ефективність експорту, млн т у.п.	824,8	-74,7	-891,5	7193,3
Імпорт, млн т	1,7	1,8	1,8	1,8
Наскрізна металургійна закордонна енергоємність, кг у.п./т	1228*	1228	1228	853**
Наскрізні енерговитрати на імпортну продукцію, млн т у.п.	2,1	2,2	2,2	1,5
Ефективність імпорту, млн т у.п.	-2145,5	5,6	71,6	-560,5

1) Розраховано за даними збірника [7].

2) Показники енергоефективності та обсяги енерговитрат надано в калорійному вугільному еквіваленті. У МДж показники перераховуються через коефіцієнт 29,32МДж/кг у.п.

3) Взято за даним [8].

\* Галузева енергоємність виробництва прокату в Росії взята за даними [8].

\*\* Галузева енергоємність виробництва прокату в країнах ЄС (усереднена) за даними [8, 9].

– ефективність експорту – різниця в обсягах енергоресурсів, уречевлених в експортній продукції, яка розрахована за показниками наскрізної енергоемності внутрішнього виробництва товарів в країні-експортері та енергоемності у країні-імпортері, тис. т у.п.:

$$\Delta Q_{ексi}^t = \sum_i V_{ексi}^t (e_{внi}^t - e_{закi}^t), \quad (17)$$

де  $e_{закi}^t$  – показник наскрізної енергоемності  $i$ -ї продукції в країні-імпортері, кг у.п./т.

Показник  $\Delta Q_{ексi}^t$  є позитивним, якщо має від’ємне значення (внутрішня енергоемність нижча за закордонну).

Обсяги енергоресурсів, що ввозяться з імпортною продукцією, визначаються за формулою, тис. т у.п.:

$$Q_{імпi}^t = \sum_i V_{імпi}^t e_{закi}^t, \quad (18)$$

де  $V_{імпi}^t$  – обсяг імпорту  $i$ -ї продукції у натуральному вимірі, тис. т.

Порівняння обсягів енергоресурсів за показниками наскрізної енергоемності  $i$ -ї продукції країн експортерів та імпортерів може впливати на доцільність імпорту, тис. т у.п.:

$$\Delta Q_{імпi}^t = \sum_i V_{імпi}^t (e_{закi}^t - e_{внi}^t). \quad (19)$$

Імпорт є доцільним при негативному значенні  $\Delta Q_{імпi}^t$ , тобто в певному році закордонне виробництво є більш ефективним. Результати розрахунку енерговитрат на експортовану та імпортовану продукцію чорної металургії за формулами (16)–(19) розробленої методики наведено у табл. 4.

Наведені у табл. 4 дані розрахунку з від’ємним значенням ефективності експорту означають економію паливно-енергетичних ресурсів для країни-імпортера. Енергоемність чавуну на українських заводах є нижчою, ніж відповідний показник для чавуну російського виробництва, і саме тому вітчизняна продукція є більш конкурентоздатною. А, як показують дані, наскрізна енергоемність прокату (кінцева продукція), імпортованого з Росії, була нижчою лише у 2010 р. Цей же показник у країнах ЄС є значно нижчим, ніж в Україні. Ефективність імпорту у 2010 р. показує, що імпорт з Росії був доцільним, але у наступні роки надходження прокату по імпорту з Росії було енергетично не ефективним у зв’язку із зниженням енерговитрат на прокатне вироб-

**Таблиця 5 – Виробництво, експорт, наскрізні енерговитрати, енергоемність, енерговитрати на виробництво та експорт олії соняшникової нерафінованої**

Показник	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.
Експорт, тис. т	1923,2	1339,6	2333,8	2701,5	2683,3	3614
Випуск, тис. т	1936,3	1695,2	2365,6	2990	3085,2	3631,7
Наскрізні енерговитрати всього по енергоемності 2012 р., тис. т у.п.	218,7	192,3	253,9	240,1	273,5	308,9
Наскрізна енергоемність продукції за 2012 р., кг у.п./т	113,0	113,5	107,3	80,3	88,6	85,0
Енерговитрати на експортну продукцію, тис. т у.п.	217,3	152,0	250,4	216,9	237,7	307,2
Частка енерговитрат на експорт від енерговитрат на випуск, %	99,4	79,0	98,6	90,3	86,9	99,4
Ефективність експорту*, млн т у.п.	-229,8	-159,5	-292,5	-411,2	-386,2	-533,1

\* Обчислено за даними [10].



ництво в Україні. Імпорт прокату з країн ЄС є доцільним з точки зору енергетичної ефективності. Експорт прокату навпаки був доцільним у 2011–2012 рр. для Росії.

За наведеною методикою були обчислені енерговитрати на виробництво та експорт олії соняшникової нерафінованої як найбільшого за обсягами експорту за останні роки та найбільш енергоємного виробництва харчової промисловості серед експортної групи (табл. 5). Прийнята наскрізна закордонна енергоємність 232,5 кг у.п./т за [9], що обчислена за питомими витратами палива, теплової та електричної енергії на одиницю продукції (т). Результати розрахунку з табл. 5 свідчать про ефективність експорту олії соняшникової впродовж останніх років, особливо при різкому його зростанні, оскільки енергоємність олії соняшникової є нижчою, ніж закордонна, та витрати на цю експортну продукцію є меншими за витрати країн-сусідів.

## ВИСНОВКИ

За розробленою математичною моделлю прогнозування рівнів споживання енергетичних ресурсів з урахуванням попиту та зниження енергоємності при модернізації виробництва визначено прогнозне споживання енергоресурсів до 2030 р. на виробництво чавуну та прокату чорних металів для внутрішніх потреб країни і на експорт.

Запропоновано удосконалену методику оцінки енергетичної ефективності експорту-імпорту, за якою проаналізовано доцільність зовнішньоекономічних операцій для чавуну, металевого прокату та харчової продукції за ретроспективний період. Оцінка енергетичної ефективності експорту-імпорту використана при прогнозуванні енергоспоживання для розглянутих видів виробництва на експорт. Визначено, що експорт чавуну і соняшникової олії був доцільним за розрахований період, а доцільність експорту сталевого прокату була лише у 2011–2012 рр. для ринку Росії. Для виходу на ринки європейської спільноти необхідна подальша технологічна модернізація.

1. *Лір В.Е., Письменна У.Є.* Економічний механізм реалізації політики енергоефек-

тивності в Україні. – К.: НАН України, Ін-т екон. та прогноз., 2010. – 208 с.

2. *Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави: національна доповідь / За заг. ред. В.М. Гейця та ін.* – К.: НВЦ НБУВ, 2009. – 687 с.

3. *Сталинский Д.В., Каневский А.Л., Литвиненко В.Г.* Энергоемкость производства продукции на металлургических предприятиях Украины // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2010. – № 4. – С.126–130.

4. *Симборський А.І.* Напрями підвищення енергоефективності товарної структури експортно-імпортних операцій у промисловості України / А.І. Симборський, О.Є. Малярєнко // *Проблеми загальної енергетики.* – 2007. – № 16. – С.39–46.

5. *ДСТУ 3740–98.* Методы анализа и расчета снижения расхода топлива и энергии на металлургических предприятиях / В.Г. Литвиненко, Г.Н. Грецкая, Т.А. Андреева. – К.: Госстандарт Украины, 1999. – 31 с.

6. *Гнідий М.В.* Метод розрахунку повної енергоємності витрат на виробництво продукції / М.В. Гнідий, Г.О. Куц, Д.А. Терещук // *Энерготехнологии и ресурсосбережение.* – 1997. – №5. – С.67–71.

7. *Паливно-енергетичні ресурси України.* Статистичний збірник. – К.: Держстат України. – 2014. – 334 с. – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua].

8. *Катунин В.В.* Основные показатели развития черной металлургии России за 2000–2012 г. // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2013. – №3. – С.20–26.

9. *Антипин В.Г., Зиновьева Н.Г.* Состояние и некоторые перспективы мировой черной металлургии // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2013. – №3. – С.2–19.

10. *Молодежникова Л.И.* Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – С.138.

*Надійшла до редколегії 12.11.2015*