

# ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИКИ ECONOMIC ASPECTS OF ENERGY

УДК 620.9

DOI 10.20535/1813-5420.2.2021.247411

Г.Г. Панченко, канд. техн. наук, ст. наук. співр., доцент ORCID 0000-0002-7234-4078  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

## ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СЕКТОРІВ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

*Робота присвячена методам розрахунку повної енергоємності палива, валюти, продукції, трудовитрат, сировини і матеріалів, необхідних для практичного застосування енергоекономічного аналізу ефективності виробництва. В статті запропоновано спрощену методіку і виконано розрахунки з оцінки повної енергоємності валюти і продукції семи секторів економіки України, в яких виробляється харчова, мінеральна, хімічна, металургійна та машинобудівна продукція, а також надаються послуги - транспортні та з комп'ютерного програмування. Розрахунки виконувались для трьох видів палива - ядерного палива, кам'яного вугілля і природного газу, які в 2017 р. становили понад 76 % всіх витрат палива в Україні. Основні складові повної енергоємності продукції секторів економіки обумовлені використанням палива для виробництва палива, електричної і теплової енергії, сировини, матеріалів і продукції, а також витратами палива для виробництва продукції, яку виробники продукції купують за одержану заробітну плату. В роботі визначено відносну енергоекономічну ефективність використання палива в секторах економіки України.*

**Ключові слова:** енергоекономічний аналіз; повні витрати палива, повна енергоємність, повна енергоємність валюти.

### Вступ

В [1] було зроблено висновок про необхідність вдосконалення методіки енергетичного аналізу, яке дозволить підвищити ефективність інвестиційних проєктів, зовнішньоекономічних зв'язків, планів економічного розвитку країни, функціонування економіки і окремих виробничих процесів, а також розширити сфери застосування енергетичного аналізу. Метою даної роботи є започаткування практичного використання показника повних енерговитрат на виробництво продукції або повної енергоємності продукції в економічних розрахунках з використанням підходу «аналізу процесу», який використовується в стандарті [2 і 3]. Крім того, на відміну від [2, 3] в роботі визначаються повні енерговитрати не тільки в показниках умовного палива, а й в натуральних одиницях вимірювання енерговитрат.

Для акцентування на тому, що енергетичний аналіз буде використано для аналізу економіки, в роботі використовується термін енергоекономічний аналіз, як він був визначений в [4]. Цей термін співпадає з терміном енергетичний аналіз, який визначено в [5] як «визначення кількості енергії, витраченої на виробництво певного матеріального блага або послуги, на основі прийнятих домовленостей».

При виконанні енергоекономічного аналізу секторів економіки такими домовленостями є наступні обмеження виробничої системи в часі і просторі:

- розрахунки повних енерговитрат виконуються в межах одного року;
- виробництво, зберігання і транспортування продукції, сировини і матеріалів здійснюються в межах сектору економіки, в якому виробляється продукція;
- межі виробничої системи співпадають з кордонами країни.

В роботі запропоновано вдосконалену методіку і виконано розрахунки з оцінки повної енергоємності валюти і продукції семи секторів економіки України, в яких в 2017 р. вироблялося понад 87 % від загального обсягу продукції в Україні. До цих секторів відносяться харчова, мінеральна, хімічна, металургійна та машинобудівна продукція, а також два сектори з надання послуг - транспортних та з комп'ютерного програмування (в подальшому - комп'ютерні послуги). Надходження валюти від експорту продукції цих секторів, а також від експорту кам'яного вугілля, залізної руди і коксу, які використовуються як сировина і матеріали при виробництві продукції в семи вищезазначених секторах, перевищують 89 % від загальної вартості експортованої продукції.

Зважаючи на те, що надання послуг можна вважати продукцією відповідних секторів, в подальшому замість терміну «енергоємність продукції і послуг» використовується термін «енергоємність продукції», як основного результату економічної діяльності на рівні секторів економіки.

Розрахунки виконувались з врахуванням витрат трьох основних видів палива – кам'яного вугілля, природного газу і ядерного палива, які становили понад 76 % від всіх витрат палива в Україні у 2017 р.

### Повна енергоємність виробництва продукції

Згідно стандарту [2, 3], повна енергоємність продукції визначається відношенням повних енерговитрат на її виробництво до обсягів виробництва. При визначенні повної енергоємності виробництва продукції секторів економіки в даній роботі враховувались витрати палива на добування палива, виробництво електричної і теплової енергії, виробництво, зберігання і транспортування продукції, сировини і матеріалів, а також енергетичний еквівалент валюти, витраченої на імпорт палива. Зважаючи на високу зношеність основних виробничих фондів, а також на поки що відносно невеликі енерговитрати на охорону довкілля, ці дві складові повної енергоємності продукції не враховувались. Попередні оцінки дозволяють зробити припущення щодо їх незначної частки в загальній енергоємності продукції.

Для виконання детального енергетичного аналізу повну енергоємність продукції секторів економіки необхідно розраховувати для кожного виду палива окремо. Взаємна залежність повної енергоємності валюти і палива викликає необхідність виконання ітераційних розрахунків. При цьому формулу для розрахунку повної енергоємності продукції можна представити у вигляді

$$e_{isr} = e_{isr}^{\Pi} + e_{isr}^B + e_{isr}^C + e_{isr}^P + e_{isr}^M, \quad (1)$$

де  $i$  – індекс сектору економіки або виду продукції;  $s$  – індекс виду палива;  $r$  – порядковий номер ітерації;  $e_{isr}$  – повна енергоємність  $i$ -го виду продукції, визначена для  $s$ -го виду палива в  $r$ -ій ітерації, н.о. /тис. грн.; н.о. /тис. грн.;  $e_{isr}^{\Pi}$  – повна енергоємність продукції  $i$ -го сектору, обумовлена виробництвом  $s$ -го виду палива, використаного в  $i$ -му секторі економіки, визначена в  $r$ -ій ітерації розрахунків, н.о. /тис. грн.;  $e_{isr}^B$  – повна енергоємність продукції  $i$ -го сектору, обумовлена використанням  $s$ -го виду палива безпосередньо в  $i$ -му секторі економіки, визначена в  $r$ -ій ітерації розрахунків, н.о. /тис. грн.;  $e_{isr}^C$  – повна енергоємність продукції  $i$ -го сектору, обумовлена використанням  $s$ -го виду палива в енергетичній системі для виробництва електричної і теплової енергії, необхідної для виробництва продукції в  $i$ -му секторі економіки, визначена для  $s$ -го виду палива в  $r$ -ій ітерації, н.о. /тис. грн.;  $e_{isr}^P$  – повна енергоємність трудовитрат, обумовлених відтворенням робочої сили при виробництві  $i$ -го виду продукції, визначена для  $s$ -го виду палива в  $r$ -ій ітерації, н.о./тис.грн.;  $e_{isr}^M$  – повна енергоємність сировини і матеріалів, використаних при виробництві  $i$ -го виду продукції, визначена для  $s$ -го виду палива в  $r$ -ій ітерації, н.о. /тис. грн.

В Україні використовується понад п'ятдесят видів вуглецевого палива. Але обсяги їх використання коливаються в широких межах. Три види палива – ядерне паливо, кам'яне вугілля і природний газ – в 2017 р. становлять понад 76 % від всіх витрат палива в Україні. З метою спрощення розрахунків оцінка повної енергоємності валюти здійснювалася за даними тільки цих трьох видів палива. Серед неврахованих видів палива є багато таких, що одержані з первинних видів палива - кам'яного вугілля і природного газу, а також з відновлюваних джерел енергії. Як можна передбачити, повна енергоємність палив, вироблених з відновлюваних джерел енергії, буде значно нижчою, ніж повна енергоємність кам'яного вугілля, природного газу і ядерного палива. Тому повна енергоємність продукції секторів економіки України, визначена тільки за даними про використання кам'яного вугілля, природного газу і ядерного палива, буде дещо нижчою за фактичну величину, але менше, ніж на 24 %.

В подальшому використовуються наступні позначення для видів палива:  $s = 1$  – для кам'яного вугілля,  $s = 2$  – для природного газу і  $s = 3$  – для ядерного палива.

### Повна енергоємність продукції, обумовлена виробництвом палива

Повну енергоємність продукції, обумовлену виробництвом палива можна розрахувати за формулою

$$e_{isr}^{\Pi} = e_{is}^{\Pi Y} + e_{isr}^{\Pi}, \quad (2)$$

де  $e_{is}^{\Pi Y}$  і  $e_{isr}^{\Pi}$  – складові повної енергоємності продукції, обумовлені використанням палива для виробництва  $s$ -го виду палива, яке використовується для виробництва продукції в  $i$ -му секторі економіки, відповідно, виробленого в Україні, та імпортованого палива, визначені в  $r$ -ій ітерації розрахунків, н.о. /тис. грн.

При визначенні величини  $e_{is}^{\Pi Y}$  в ітераційних розрахунках немає необхідності, тому в її позначенні індекс  $r$  не використовується. Повну енергоємність продукції, обумовлену використанням видобутого в Україні палива при виробництві продукції в  $i$ -му секторі економіки, можна розрахувати за формулою

$$e_{is}^{PY} = \sum_q (1 - \lambda_s) e_{sq}^{PY} E_{is} / A_i, \quad (3)$$

де  $E_{is}$  – загальні обсяги використання палива  $s$ -го виду для виробництва продукції в  $i$ -му секторі економіки, н.о.;  $\lambda_s$  – частка імпортного палива в загальному обсязі використаного палива  $s$ -го виду, в.о.;  $e_{sq}^{PY}$  – повна енергоємність, розрахована за витратами  $q$ -го виду палива для виробництва  $s$ -го виду палива, н.о./н.о.;  $A_i$  – обсяги виробництва продукції в  $i$ -му секторі економіки, тис.грн.

Частку імпортного палива в загальному обсязі використаного палива можна розрахувати за формулою

$$\lambda_s = E_s^I / (E_s^Y + E_s^I), \quad (4)$$

де  $E_s^Y$  і  $E_s^I$  – загальні обсяги використання, відповідно, вітчизняного і імпортного палива  $s$ -го виду, н.о.

Повна енергоємність вітчизняного палива визначається як витрати всіх видів палива на виробництво кожного виду палива, що зумовлює необхідність використання додаткового індексу  $q$  для позначення виду палива, яке використовується для виробництва кожного виду палива. В Україні ядерне паливо не виробляється, тому енергоємність виробленого в Україні ядерного палива дорівнює нулю. На рис.1 показано схему потоків кам'яного вугілля і природного газу при виробництві і використанні вітчизняного палива для виробництва  $i$ -го виду продукції – загальні обсяги використання кам'яного вугілля ( $E_{q=1}^Y$ ) і природного газу ( $E_{q=2}^Y$ ), обсяги використання кам'яного вугілля і природного газу, відповідно, для виробництва вугілля ( $E_{s=1,q=1}^Y$  і  $E_{s=1,q=2}^Y$ ) і для виробництва природного газу ( $E_{s=2,q=1}^Y$  і  $E_{s=2,q=2}^Y$ ), а також обсяги використання кам'яного вугілля і природного газу для виробництва продукції, відповідно,  $E_{i,s=2}^Y$  і  $E_{i,s=1}^Y$ .

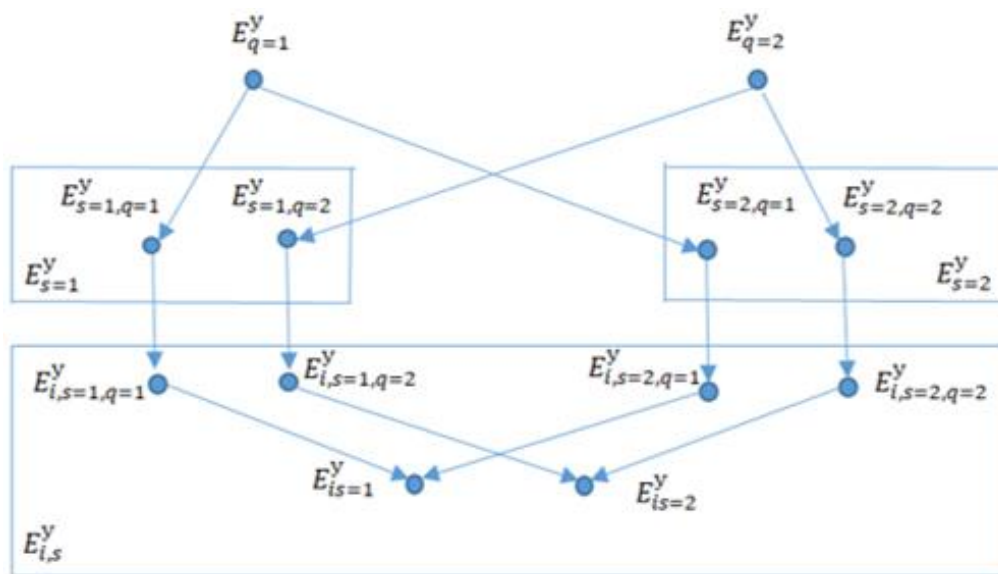


Рис.1. Схема потоків кам'яного вугілля і природного газу при виробництві палива

Оскільки в Україні ядерне паливо не виробляється, на рис.1 потоки ядерного палива не показані. При цьому повну енергоємність виробництва вітчизняного палива можна розрахувати за формулою

$$e_{sq}^{PY} = (1 - \lambda_s) E_{sq}^{PY} / E_s, \quad (5)$$

де  $q$  – індекс виду палива, яке використовується для виробництва  $s$ -го виду палива (значення індексу  $q$  становлять:  $q = 1$  – для кам'яного вугілля і  $q = 2$  – для природного газу);  $E_{sq}^{PY}$  – загальні обсяги використання  $q$ -го виду палива при виробництві  $s$ -го виду палива в Україні, н.о.;  $E_s$  – обсяги виробництва  $s$ -го виду палива в Україні, н.о.

Обсяги використання кам'яного вугілля і природного газу при виробництві палива можна розрахувати за формулою

$$E_{sq}^{PY} = E_{sq}^{PB} + E_{sq}^{PC} + E_{sq}^{PP}, \quad (6)$$

де  $E_{sq}^{PB}, E_{sq}^{PC}, E_{sq}^{PP}$  – обсяги використання  $q$ -го виду палива, обумовлені виробництвом  $s$ -го виду палива, відповідно, безпосередньо при виробництві палива, використанням  $s$ -го виду палива в енергетичній системі (для виробництва електричної і теплової енергії, які використовуються для виробництва палива), і відтворенням робочої сили при виробництві палива, н.о.

Повну енергоємність використання імпортованого палива на виробництво продукції можна розрахувати за формулою

$$e_{isr}^{PI} = \sum_q \lambda_s e_{sqr} E_{is} / A_i, \quad (7)$$

де  $e_{sqr}$  – повна енергоємність  $s$ -го виду палива, обумовлена витратами валюти на закупівлю  $q$ -го виду імпортного палива, визначена в  $g$ -ій ітерації, н.о./тис. дол. США;  $E_{is}$  – обсяги використання  $s$ -го виду палива в  $i$ -му секторі економіки, н.о.

Величину  $e_{sqr}$  можна розрахувати за формулою

$$e_{sqr} = \lambda_s e_{sr-1}^V c_s^I E_{sq} / E_s \quad (8)$$

де  $e_{sr-1}^V$  – складова повної енергоємності валюти, обумовлена витратами валюти на закупівлю  $s$ -го виду імпортного палива, н.о./тис.дол.США;  $c_s^I$  – ціна імпортованого палива  $s$ -го виду, тис. дол. США/н.о.;  $E_{sq}$  – обсяги використання  $q$ -го виду палива для виробництва  $s$ -го виду палива, н.о.

Методику визначення повної енергоємності валюти буде розглянуто нижче. Обсяги використання ядерного палива в Україні вимірюються в тоннах умовного палива. Тому в якості натуральних одиниць вимірювання обсягів ядерного палива також використовуються тонни умовного палива.

#### **Повна енергоємність продукції, обумовлена використанням палива при виробництві продукції безпосередньо у виробничому секторі, в енергосистемі і для відтворення робочої сили**

Складові повної енергоємності продукції, обумовлені використанням палива при виробництві продукції безпосередньо у виробничому секторі, в енергосистемі і для відтворення робочої сили, розраховуються за схожими формулами. Тому в формулах для їх визначення верхні індекси не використовуються. Величини  $e_{isr}^B, e_{isr}^C, e_{isr}^P$  можна розрахувати за формулою

$$e_{isr} = e_{is}^Y + e_{isr}^I, \quad (9)$$

де  $e_{is}^Y$  і  $e_{isr}^I$  – складові повної енергоємності продукції, обумовлені використанням палива для виробництва продукції в  $i$ -му секторі економіки, виробленої з використанням  $s$ -го виду палива, відповідно, видобутого в Україні, та імпортованого палива, визначені в  $g$ -ій ітерації розрахунків, н.о. /тис. грн.

Складові повної енергоємності продукції  $e_{is}^Y$  можна розрахувати за формулою

$$e_{is}^Y = (1 - \lambda_s) E_{is} / A_i, \quad (10)$$

де  $E_{is}$  – обсяги використання  $s$ -го виду палива при виробництві продукції в  $i$ -му секторі економіки, н.о.

Методику визначення обсягів використання палива  $E_{is}^B, E_{is}^C, E_{is}^P$  для розрахунку величини  $e_{isr}^B, e_{isr}^C, e_{isr}^P$  по формулі (10) розглянуті нижче.

Складову повної енергоємності продукції  $e_{isr}^I$  можна розрахувати за формулою

$$e_{isr}^I = \lambda_s e_{sr-1}^V c_s^I E_{is} / A_i, \quad (11)$$

#### **Обсяги спалювання палива**

Для розрахунку трьох складових повної енергоємності продукції секторів економіки, обумовлених спалюванням палива, використовуються дані щодо відповідних обсягів спалювання палива – безпосередньо в секторі економіки, в енергоустановках енергетичної системи і в котельнях і обсяги спалювання палива, обумовлені відтворенням робочої сили.

Обсяги спалювання палива безпосередньо в секторі економіки  $E_{is}^B$  визначаються за даними форми статистичної звітності 4-МТП, як загальні обсяги використаного палива  $s$ -го виду в  $i$ -му секторі економіки.

Витрати палива в енергосистемі і в котельнях для виробництві електричної і теплової енергії, необхідної для виробництва продукції  $E_{is}^C$ , можна розрахувати за формулою

$$E_{is}^C = [\mu_s^W \xi_s^W b_s^W (W_i^C - W_i^B) / \eta^W + \mu_s^Q \xi_s^Q b_s^Q (Q_i^C - Q_i^B) / \eta^Q] // 10^3 k_s, \quad (12)$$

де  $\eta^W$  і  $\eta^Q$  - коефіцієнти корисної дії при використанні, відповідно, електричної і теплової енергії в енергосистемі України, в.о.;  $\mu_s^W$  і  $\mu_s^Q$  - частка виробництва, відповідно, електричної і теплової енергії за рахунок спалювання ядерного або вуглецевого палива в енергосистемі України, в.о.;  $\xi_s^W$  і  $\xi_s^Q$  - коефіцієнти використання s-го виду палива в установках з виробництва, відповідно, електричної і теплової енергії в енергосистемі України, в.о.;  $b_s^W$  і  $b_s^Q$  - середньозважені питомі витрати палива в установках з виробництва електричної і теплової енергії в енергосистемі України, кг у.п./тис.кВт.год/ і кг у.п./Гкал;  $W_i^C$  і  $Q_i^C$  - обсяги використання, відповідно, електричної і теплової енергії при виробництві продукції в i-му секторі, тис.кВт.год. і Гкал;  $W_i^B$  і  $Q_i^B$  - власне виробництво, відповідно, електричної і теплової енергії в i-му секторі економіки, Гкал і тис.кВт.год.;  $k_s$  - коефіцієнт перерахунку обсягів виробництва палива в одиниці умовного палива, т у.п./н.о.

Коефіцієнти корисної дії при використанні теплової і електричної енергії в енергосистемі України визначаються за даними форми статистичної звітності 11-МТП та Енергетичного балансу України. В табл. 1 наведено результати розрахунків цих коефіцієнтів за даними 2017 р.

Таблиця 1. – Коефіцієнти корисної дії при використанні теплової і електричної енергії в енергосистемі України (за даними 2017 р.).

Назва показника	Величина показника	
	для електричної енергії	для теплової енергії
Загальне виробництво енергії в Україні, всього, тис.кВт.год. і Гкал	145059574	93292785
Загальне використання енергії в Україні, всього, тис.кВт.год. і Гкал	96773763	58927609
Експорт, тис.кВт.год. і Гкал	5166300	0
Імпорт, тис.кВт.год. і Гкал	48000	0
Виробництво енергії в Україні, яка використовується в Україні, всього, тис.кВт.год. і Гкал	139893274	93292785
Коефіцієнти корисної дії при використанні теплової і електричної енергії в енергосистемі України, в.о.	0,6914254	0,631641654

Середньозважені питомі витрати ядерного палива на виробництво теплової енергії, розраховані за даними [6], наведено в табл. 2. Середньозважені питомі витрати кам'яного вугілля і природного газу на виробництво електричної енергії, наведені в табл. 2, визначались за даними [7] за припущення, що весь природний газ для виробництва електричної і теплової енергії в Україні використовується виключно на ТЕЦ. При цьому середньозважені питомі витрати ядерного палива на виробництво електричної енергії визначались за умови енергетичного балансу з врахуванням обсягу використання ядерного палива (визначеного з Енергетичного балансу України) і питомих витрат ядерного палива на виробництво теплової енергії. А середньозважені питомі витрати кам'яного вугілля і природного газу на виробництво теплової енергії визначались за умови енергетичного балансу з врахуванням обсягу використання ядерного палива (визначеного за даними форми статистичної звітності 4-МТП) і питомих витрат ядерного палива на виробництво електричної енергії.

Частка виробництва електричної і теплової енергії за рахунок спалювання ядерного і вуглецевого палива в енергосистемі України визначається за даними форми статистичної звітності 11-МТП.

Для виробництва електричної і теплової енергії на атомних станціях використовується виключно ядерне паливо. Тому коефіцієнти використання ядерного палива для виробництва електричної і теплової енергії в Україні приймаються рівними одиниці. Коефіцієнти використання кам'яного вугілля і природного газу для виробництва електричної і теплової енергії в енергосистемі України можна розрахувати за даними форми статистичної звітності 4-МТП за формулами

$$\xi_s^W = E_s^W / \sum_s E_s^W ; \quad \xi_s^Q = E_s^Q / \sum_s E_s^Q, \quad (13)$$

де  $E_s^W$  і  $E_s^Q$  – витрати s-го виду вуглецевого палива в Україні на виробництво, відповідно, електричної і теплової енергії в енергосистемі України, т.у.п.

Витрати вуглецевого палива на виробництво електричної і теплової енергії в енергосистемі України визначаються за даними форми 4-МТП, а витрати ядерного палива – з енергетичного балансу України. В табл. 2 наведено дані щодо частки виробництва електричної і теплової енергії за рахунок спалювання вуглецевого і ядерного палива, коефіцієнтів використання палива і середньозважених питомих витрат палива в установках з виробництва електричної і теплової енергії в енергосистемі України в 2017 р.

Таблиця 2. – Показники виробництва теплової і електричної енергії в електростанціях і котельнях енергосистеми України (за даними 2017 р.).

Назва величини	Вид палива	Значення величин при виробництві	
		електричної енергії	теплової енергії
Частка виробництва електричної і теплової енергії за рахунок спалювання палива на енергоустановках енергосистеми і в котельнях, в.о.	Ядерне паливо	0,5535	0,01628
	Вуглецеве паливо	0,35645	0,9262
Частка виробництва електричної і теплової енергії за рахунок спалювання палива на АЕС, в.о.	Ядерне паливо	1	1
	Вуглецеве паливо	0	0
Коефіцієнти використання палива, в.о.	Ядерне паливо	1	1
	Кам'яне вугілля	0,8053	0,0941
	Природний газ	0,0338	0,8790
Середньозважені питомі витрати палива, кг.п./тис.кВт.год., кг у.п./Гкал	Ядерне паливо	396,9	158,0
	Кам'яне вугілля	390,3	155,0
	Природний газ	335,5	155,0

Витрати палива, обумовлені відтворенням робочої сили, можна визначити з використанням результатів [8], за формулою

$$E_{is}^P = E_s^B V^P F_i / V^T F, \quad (14)$$

де  $E_s^B$  - обсяг використаного палива s-го виду в Україні, н.о.;  $V^T$  і  $V^P$  - відповідно, загальна вартість вироблених товарів та послуг і кінцеві споживчі витрати в Україні, млн.грн.;  $F$  і  $F_i$  - фонд оплати праці найманих працівників, відповідно, в Україні і в i-му секторі, млн.грн.

У 2017 р. загальна вартість вироблених товарів та послуг, кінцеві споживчі витрати та оплата праці найманих працівників склали, відповідно,  $V^T = 8381846$ ,  $V^P = 2618126$  і  $F = 753735,6$  млн.грн. У цьому ж році було використано 42664 тис.т кам'яного вугілля, 33577,9 млн м3 природного газу і 32107,4 тис. т у.п ядерного палива.

#### Витрати палива на виробництво сировини і матеріалів

Повну енергоємність продукції, обумовлену використанням сировини в матеріалів, можна визначити за формулою

$$e_{ijsr}^M = e_{ijsr}^{MY} + e_{ijsr}^{MI}, \quad (15)$$

де  $e_{ijsr}^{MY}$  і  $e_{ijsr}^{MI}$  - складові повної енергоємності продукції, обумовлені використанням j-го виду сировини в матеріалів при виробництві продукції в i-му секторі економіки, виробленої з використанням s-го виду палива, відповідно, видобутого в Україні, та імпортованого палива, визначені в g-ій ітерації розрахунків, н.о. /тис. грн.

Складову повної енергоємності продукції  $e_{ijsr}^{MY}$  можна розрахувати за формулою

$$e_{ijsr}^{MY} = (1 - \lambda_s) E_{ijs}^M / A_i, \quad (16)$$

де  $E_{ijs}^M$  – обсяги спалювання палива  $s$ -го виду для виробництва  $j$ -го виду сировини в матеріалів, які використовуються при виробництві продукції в  $i$ -му секторі економіки, н.о.

Витрати палива на виробництво сировини і матеріалів можна розрахувати за формулою

$$E_{ijs}^M = \sum_j e_{ijsr-1} A_{ij}, \quad (17)$$

де  $j$  - індекс виду продукції, яка використовується в якості сировини і матеріалів при виробництві  $i$ -го виду продукції;  $e_{ijsr-1}$  - повна енергоємність  $j$ -го виду продукції, яка використовується в якості сировини і матеріалів при виробництві  $i$ -го виду продукції, визначена для  $s$ -го виду палива в попередній ( $r-1$ -ій) ітерації, н.о./т;  $A_{ij}$  - обсяги використання  $j$ -го виду продукції в якості сировини і матеріалів при виробництві  $i$ -го виду продукції, т.

Складову повної енергоємності продукції  $e_{ijsr}^{MI}$  можна розрахувати за формулою

$$e_{ijsr}^{MI} = \lambda_s e_{qr-1}^V c_s^I E_{ijs}^M / A_i. \quad (18)$$

В якості сировини і матеріалів в роботі враховувалась повна енергоємність продукції металургійного сектору економіки (при визначенні повної енергоємності продукції машинобудування), залізної руди і коксу (при визначенні повної енергоємності продукції металургії), а також кам'яного вугілля (при визначенні повної енергоємності коксу).

При виконанні розрахунків в даній роботі зроблено припущення, що імпортна продукція, яка входить до статистичної інформації, стосується тільки готової продукції даного сектору. Тобто, вся сировина і матеріали виробляються в межах економіки країни і складова повної енергоємності сировини і матеріалів імпортного походження не враховувалась.

#### Повна енергоємність валюти

В [9] запропоновано визначати повну енергоємності валюти за відношенням повних витрат палива на виробництво експортної продукції до величини загальних надходжень валюти в країну експортера. При цьому повну енергоємність валюти можна розрахувати за формулою

$$e_{sr}^V = E_{sr}^V / V, \quad (19)$$

де  $E_{sr}^V$  - повні витрати  $s$ -го виду палива на виробництво експортної продукції, визначені в  $g$ -ій ітерації, н.о.;  $V$  – загальні надходження валюти в Україну (не тільки від експорту продукції) в розрахунковому році, млн дол. США.

Величину  $E_{sr}^V$  можна розрахувати за формулою

$$E_{sr}^V = e_{sr-1} E_{sr}^E + \sum_j e_{jsr-1} A_j^E + \sum_i e_{isr-1} V_i^E R, \quad (20)$$

де  $E_{sr}^E$  - обсяги експорту  $s$ -го виду палива, визначені в  $g$ -ій ітерації, н.о.;  $A_j^E$  - обсяги експорту  $j$ -го виду сировини і матеріалів, т;  $V_i^E$  - надходження валюти від експорту  $i$ -го виду продукції в розрахунковому році, тис.дол. США;  $R$  – середньозважений курс гривні до долара США в розрахунковому році, грн./дол.США.

Величини  $e_{sr-1}$  і  $e_{jsr-1}$  розраховуються, відповідно, за формулами (5) і (9), за даними попередньої ітерації. Загальні надходження валюти в Україну в 2017 р. склали 68806721,7 тис. дол. США [10], а частка експорту продукції і послуг секторів економіки, для яких виконувались дослідження, а також експорту вугілля, металеві руди і коксу, за даними [11] (табл. 4), складала 89,3 % від загального експорту в Україні.

#### Результати розрахунків

В результаті ітераційних розрахунків було визначено величини повної енергоємності продукції і повних витрат палива на виробництво продукції в секторах економіки України. Розрахунки виконувались за статистичними даними 2017 р. і були закінчені після третьої ітерації, коли різниця між даними останньої і попередньої ітерації для повної енергоємності продукції і валюти не перевищувала 0,06%. При цьому розрахована величина повної енергоємності валюти становила 203,865 кг вугілля/тис. дол. США і

65,462 м<sup>3</sup>/ тис. дол. США або 228,82 кг у.п./тис. дол. США. В табл. 3 наведено результати розрахунків повної енергоемності палива і продукції в Україні за даними 2017 р. Як уже було сказано, в Україні ядерне паливо не виробляється, а тільки використовується. Тому в повній енергоемності продукції, яка виробляється в Україні, присутні тільки складові, обумовлені використанням кам'яного вугілля і природного газу.

З аналізу табл.3 можна зробити висновок, що складова повних енерговитрат, обумовлена імпортом палива, становить біля 3,8 % для вугілля і біля 1,06 % для природного газу.

*Таблиця 3. – Результати розрахунків повної енергоемності палива і продукції в Україні (за даними 2017 р.).*

Повна енергоемність	Складові повної енергоемності		В тому числі, обумовлені використанням			
			вітчизняного палива		імпортного палива	
	кам'яного вугілля	природного газу	кам'яного вугілля	природного газу	кам'яного вугілля	природного газу
кам'яного вугілля, кг/т, м <sup>3</sup> /т	10,1226	2,0114	9,8813	1,9900	0,2415	0,0214
природного газу, кг/м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /тис.м <sup>3</sup>	0,7270	13,3412	0,7097	13,1992	0,0173	0,1420
використання ядерного палива, кг/т у.п., м <sup>3</sup> / т у.п.	0,5447	0,4611	0,5317	0,4562	0,0130	0,0049
добування залізних руд, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /т	5,8565	1,5393	5,7167	1,5230	0,1397	0,0164
виробництва коксу, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /т	752,0073	7,3117	734,0904	7,2361	17,9168	0,0757
харчової продукції, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	1,3817	1,3511	1,3488	1,3367	0,0329	0,0143
мінеральної продукції, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	7,1402	2,8353	6,9700	2,8052	0,1702	0,0301
хімічної продукції, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	18,2477	12,3661	17,8124	12,2348	0,4353	0,1313
металургійної продукція, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	39,8303	5,5573	38,8811	5,4984	0,9492	0,0589
продукції машинобудування, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	5,8250	3,4901	5,6861	3,4531	0,1389	0,0371
транспортних послуг, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	1,0137	6,9615	0,9895	6,8877	0,0241	0,0738
комп'ютерних послуг, кг/тис.грн., м <sup>3</sup> /тис.грн.	0,7840	0,6349	0,7653	0,6281	0,0187	0,0067



Швидке (за три кроки) «сходження» ітераційних розрахунків обумовлене низькими значеннями енергоемності валюти. Це пояснюється тим, що вартість експортної продукції визначається не тільки витратами палива, а й вартістю сировини і матеріалів, заробітної плати на її виробництво, економічною кон'юнктурою, податками тощо. Тому експорт продукції є позитивним чинником, який значно зменшує повну енергоемність продукції. При цьому складова повної енергоемності, обумовлена використанням імпортного палива (за даними табл.3) в повній енергоемності кам'яного вугілля становить 0,206 кг у.п/т (або 2,07 % від повної енергоемності вугілля), а природного газу – 0,178 кг у.п/тис.м<sup>3</sup> (або 1,11 % від повної енергоемності природного газу).

З іншого боку, не можна вважати, що порівняно невелика величина повної енергоемності валюти обумовлена врахуванням (при її визначенні) не тільки валютних надходжень не тільки від експорту продукції, але й надходженнями з інших джерел - кредитних запозичень, інвестицій, грошових переказів від українців, що працюють за кордоном, і надходжень з офшорів. Перелічені складові в 2017 р. забезпечили не більше 20 % від загальних валютних надходжень в Україну [9]. Це дозволяє зробити висновок про високу енергоекономічну ефективність використання імпортного палива (звичайно, за умови наявності потужного експортного потенціалу країни-експортера).

На рис.2 і 3 наведено діаграми величин і структури повної енергоемності продукції секторів економіки України, побудовані за даними табл.3. Для порівняння значення повної енергоемності на рис.2 надано не в натуральних одиницях вимірювання кам'яного вугілля і природного газу а в умовних (кг у.п./тис.грн.). Оскільки паливна складова повної енергоемності продукції секторів економіки ( $e_{isr}^P$ ) непорівняно менша за інші складові, на рис.3 вона не відображена. Також для скорочення назв складових повної енергоемності продукції на рис.3 ці складові названо наступним чином:  $e_{isr}^B$  – Технологія,  $e_{isr}^C$  – Енергосистема,  $e_{isr}^P$  – Трудовитрати і  $e_{isr}^M$  – Матеріали.

Таблиця 4. - Коефіцієнти перерахунку натуральних одиниць вимірювання кількості палива в одиниці умовного палива, частки імпортного палива в загальному обсязі використаного палива в Україні і ціна імпортного палива в 2017 р.

Назва величини	Значення величин для видів палива		
	Кам'яне вугілля, т	Природний газ, тис.м <sup>3</sup>	Ядерне паливо, т у.п.
Коефіцієнти перерахунку, т у.п.	0,75	1,16	1
Частка імпортного палива, в.о.	0,46357	0,4152	1
Ціна імпортного палива, тис.дол.США	0,1387	0,2315	0,0214

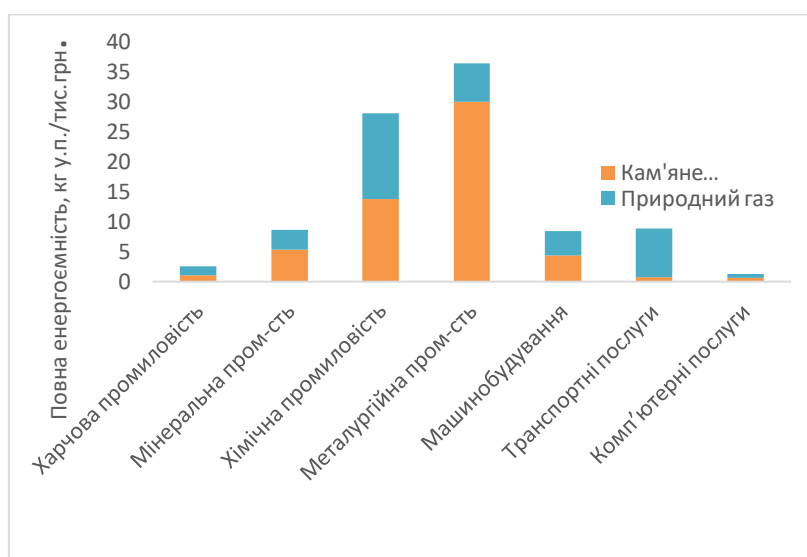


Рис.2 Енергоемність продукції основних секторів економіки України в 2017 р.

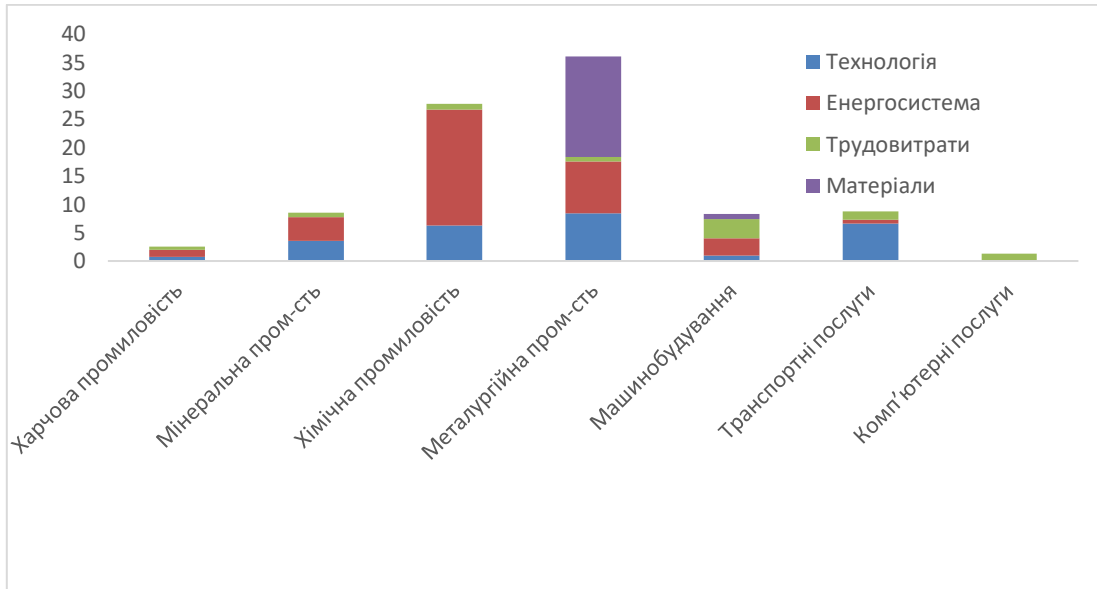


Рис.3. Структура повної енергоємності продукції основних секторів економіки України, кг.у.п./тис.грн

Аналіз діаграми на рис.2 дозволяє зробити висновок, що найвищу повну енергоємність в Україні має металургійна продукція (понад 36 кг у.п./тис.грн.), а найнижчу – комп'ютерні послуги (1,32 кг у.п./тис.грн.). З аналізу діаграми на рис.3 можна зробити висновок, що витрати палива в енергосистемі і в котельнях мають найбільшу частку в повній енергоємності хімічної продукції (понад 73 % від загальних повної енергоємності), витрати палива, обумовлені відтворенням робочої сили, найбільші в секторі надання комп'ютерних послуг (понад 93 %), а витрати палива, обумовлені виробництвом сировини і матеріалів, найбільші в металургійному секторі (майже 49 %).

В табл.5 наведено дані щодо обсягів виробництва продукції в секторах економіки України в 2017р. [12], а також повних ( $E_{is}^H$ ) витрат палива на її виробництво і витрат палива, які визначаються за даними про нижчу теплоту згоряння палива ( $E_{is}^H$ ), розрахованих за формулами

$$E_{is}^H = e_{is} A_i ; \quad (21)$$

$$E_{is}^H = E_{is}^H + E_{is}^B + E_{is}^C + E_{is}^P + \sum_j E_{ijs}^M. \quad (22)$$

За результатами розрахунків, наведених в табл.5, можна зробити висновок, що витрати палива  $E_{is}^H$  на виробництво продукції в секторах економіки України значно перевищують повні витрати палива. Так, сумарні витрати палива, розраховані за даними про нижчу теплоту згоряння палива, перевищують повні витрати в 14 разів, в тому числі, в 6,8 разів - по кам'яному вугіллю і в 290,7 разів – по природному газу. Така різниця обумовлена двома факторами. По-перше, в енергоекономічному аналізі повна енергоємність палива розраховується як відношення витрат палива на виробництво палива до обсягів виробництва палива, а не за даними про питому теплоту згоряння палива. Тобто, можна вважати, що в енергоекономічному аналізі розглядається витратна, а не дохідна частина енергетичного балансу. Для порівняння, повна енергоємність виробництва кам'яного вугілля становить 9,92 кг у.п./т, а природного газу – 16,02 кг у.п./тис.м<sup>3</sup> (за даними табл.3), в той час як питома теплота згоряння вугілля в 2017 р. становила 750 кг у.п./т, а природного газу – 1160 кг у.п./тис.м<sup>3</sup> (табл.4).

Іншим фактором, який обумовлює велику різницю між повними витратами палива і величинами  $E_{is}^H$ , є врахування витрат імпортного палива як витрат палива на виробництво продукції, валютні надходження від експорту якої використовуються для закупівлі імпортного палива.

Останній висновок підтверджується даними табл.6, в якій наведено дані щодо вартості експортованої продукції [11], повних витрат палива, використаного при її виробництві  $V_{is}^E$ , і загальної вартості імпортованого палива  $V_{is}^I$ , розрахованих за формулами

$$V_{is}^E = e_{is} c_s^I A_i^E; \quad (23)$$

$$V_{is}^I = \lambda_s c_s^I E_{is}^H A_i^E / A_i. \quad (24)$$

Таблиця 5. - Повні витрати палива на виробництво продукції в Україні (за даними 2017 р.).

Вид продукції і одиниці виміру	Обсяги виробництва продукції	Повні витрати палива			Номінальні витрати палива			
		Всього, т у.п.	в т.ч. вугілля, т	газу, тис.м <sup>3</sup>	Всього, т у.п.	в т.ч. вугілля, т	газу, тис.м <sup>3</sup>	ядерного палива, т у.п.
Кам'яне вугілля, тис.т	42664,0	6372,8	8035,0	298,8	1211687,2	232046,7	1509587	1211687,2
Залізна руда, тис.т	166000,0	8449,2	10257,2	652,0	2700407,7	676346,2	5109143	2700407,7
Кокс, тис.т	10316,2	7742870	10323213	397,1	21435590	156145,6	630763,2	21435590
Харчова, млн грн.	548377,9	3349,0	1885,2	1668,2	2104012	1967755,9	2994470	2104012
Мінеральна, млн грн.	134146,9	11318,8	12320,2	1792,0	2660469,6	1008326,9	2074164	2660469,6
Хімічна, млн грн.	65767,6	49006,4	39441,4	16746,0	3332921,6	2158836,6	6183359	3332921,6
Металургійна млн грн.	411372,3	400287	504714,5	18751,6	37705373	5864244,2	16879980	37705373
Машинобудування, млн грн.	168281,9	10237,4	8751,2	3167,3	2600405,3	1529564,4	3465431	2600405,3
Транспорт, млн грн.	201940,8	19230,9	372,1	16337,8	566906,7	3737776,5	693285,0	566906,7
Комп'ютерні послуги, млн грн.	38989,6	62,7	43,2	26,2	84891,2	65727,9	87279,5	84891,2
Всього		8251185	10909033	59836,8	74402665	17396771,0	39627464	74402665

Таблиця 6. - Вартість повних витрат палива, використаного при виробництві продукції, і імпортованого палива, тис. дол.США (за даними 2017 р.).

Вид продукції	Вартість експортної продукції $A_i^E$	Вартість повних витрат палива на виробництво експортованої продукції			Загальна вартість імпортованого палива				Відношення	
		всього $V_i^E$	в т.ч. кам'яного вугілля	природного газу	всього $V_i^I$	в т.ч. кам'яного вугілля	природного газу	ядерного палива	$\frac{A_i^I}{(V_i^E + V_i^I)}$	$\frac{A_i^E}{V_i^I}$
Кам'яне вугілля	635759	1204,7	901,8	302,9	1975,2	1161,2	332,4	481,6	199	321
Залізна руда	2588193	3025,2	2102,8	922,4	5426,9	2707,7	1013	1705	306	476
Кокс	46605,9	4941,1	4862,3	78,9	6356,8	6228,0	67,8	61	4,1	7
Харчова	17756854	239627	91050,9	148576	12582,6	4381,5	6125	2075	70,4	1411
Мінеральна	3947721,8	173924	104605	69319,2	9194,5	5035,2	2852	1306	21,6	429,4
Хімічна	1660611,8	239632	112454	127177	13994,8	5412,2	5240	3342	6,5	118,7
Металургійна	10124613	1845007	1496548	348459	82449,8	59681,0	13874	8894	5,3	122,8
Машинобудування	5054284,7	218504	109257	109247	11667,4	5022,9	4416	2228	22,0	433,2
Транспорт	5421324,4	254126	20394	233732	11023,6	978,8	9646	398	20,4	491,8
Комп'ютерні послуги	1270720,9	8693	3697	4996	444,8	177,9	205,9	60,9	139	2857
Всього	48506690	2988687	1945874	1042813	155116	90786,4	43775	20554	15,4	312,7

В формулах (23) і (24) значення величин  $A_i$ ,  $c_i^I$  і  $A_i^E$  пояснюються в специфікаціях до формул, відповідно, (3), (8) і (20), а величини  $e_{iS}$ ,  $\lambda_S$  і  $E_{iS}^H$  розраховуються, відповідно, за формулами (1), (4) і (22).

В табл.6 наведено також відношення обсягів надходження валюти від експорту продукції до вартості використаного при її виробництві палива (розрахованої при значеннях вартості палива, наведених в табл.4) – вітчизняного і імпортованого. Ці відношення характеризують відносну енергоекономічну ефективність використання палива в секторах економіки. З аналізу даних табл.6 можна зробити наступні висновки:

- найбільші надходження валюти від експорту продукції забезпечують виробництво харчової і металургійної продукції – 36,6 % і 20,9 % від загальної вартості експортованої продукції в 2017 р.;
- найбільш ефективним, з точки зору використання палива, є виробництво залізної руди, кам'яного вугілля і надання комп'ютерних послуг (відношення обсягів надходження валюти до загальної вартості використаного палива – 139,1);
- найменшу залежність від імпорту палива мають надання комп'ютерних послуг і виробництво харчових продуктів.

### **Висновки**

1. Найбільші витрати палива в Україні становлять витрати ядерного палива, кам'яного вугілля і природного газу (понад 76 % всіх витрат палива в 2017 р.). З метою спрощення розрахунків оцінку повної енергоемності валюти можна здійснювати за даними тільки цих трьох видів палива.

2. В Україні ядерне паливо не виробляється. Тому при визначенні повної енергоемності валюти можна оцінювати тільки витрати кам'яного вугілля і природного газу. При цьому величина повної енергоемності валюти в Україні в 2017 р. становила 203, 865 кг вугілля/тис. дол. США і 65,462 м<sup>3</sup>/ тис. дол. США або в цілому 228,82 кг у.п./тис. дол. США.

3. Найвищою в Україні є повна енергоемність металургійної продукції (понад 36 кг у.п./тис.грн. в 2017 р.), а найнижчою – комп'ютерні послуги (1,32 кг у.п./тис.грн.).

4. Витрати палива в енергосистемі і в котельнях (при виробництві електричної і теплової енергії) мають найбільшу частку в повній енергоемності хімічної продукції (понад 73 % від загальних повних енерговитрат); витрати палива, обумовлені відтворенням робочої сили, найбільші в секторі надання комп'ютерних послуг (понад 93 %); а витрати палива, обумовлені виробництвом сировини і матеріалів, найбільші в металургійному секторі (майже 49 %).

5. Причинами значного перевищення повних витрат на виробництво продукції витратами палива, які визначаються за даними про нижчу теплоту згоряння палива) є те, що в енергоекономічному аналізі:

- повна енергоемність палива розраховується як відношення витрат палива на виробництво палива до обсягів виробництва палива (повна енергоемність вугілля становила 9,93 кг у.п./т і природного газу – 16,02 кг у.п./тис.м<sup>3</sup>), а не за даними про питому теплоту згоряння палива (яка в 2017 р. для вугілля становила 750 кг у.п./т, а природного газу – 1160 кг у.п./тис.м<sup>3</sup>);
- витрати імпортного палива на виробництво продукції визначаються витратами палива на виробництво експортованої продукції, валютні надходження від експорту якої використовуються для закупівлі імпортного палива (при цьому складова повної енергоемності продукції, обумовлена імпортом палива, становить біля 3,8 % для вугілля і 1,06 % для природного газу).

6. Методи енергоекономічного аналізу і показники повної енергоемності продукції можна використовувати для аналізу ефективності інвестиційних проектів, зовнішньоекономічних зв'язків, планів економічного розвитку країни, функціонування її економіки і окремих технологічних процесів, а також модернізації виробництва, в результаті якого скорочуються витрати сировини, матеріалів і трудовитрати на виробництво продукції.

### **Список використаної літератури**

1. Панченко Г.Г. Стан і перспективи розвитку енергетичного аналізу. – Енергетика: економіка, технології, екологія. 2019. № 4. – с. 48-56.
2. Тонкаль В.Ю., Гнідой М.В., Панченко Г.Г., Стоянова І.І., Соколовська І.С. Методика визначення повної енергоемності продукції, робіт і послуг. - ДСТУ 30583-98.– Держстандарт України. – Київ. – 1998. – 11 с.
3. Тонкаль В.Е., Гнедой Н.В., Панченко Г.Г., Стоянова И.И., Соколовская И.С. Методика определения полной энергоёмкости продукции, работ и услуг. - ГОСТ 30583-98 Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 1998. – 11 с.
4. Энергоэкономический анализ производства продукции, работ и услуг. // Панченко Г.Г. – К., 1994. – 30 с. – (Препринт/НАН Украины. Институт проблем энергосбережения; 94-3).

5. Slesser M. Energy in the Economy. The Macmillan Press Ltd. London and Basingstoke, 1978, 164 p.
6. Дубовський С.В., Хортова О.О. Оцінка основних показників комбінованого виробництва електричної енергії та теплоти на паротурбінних установках атомних електричних станцій. – ISSN 0204-3602. Пром. Теплотехніка, 2015, т. 37. №5. – с.47-55.
7. Інформація про роботу електроенергетичного комплексу за грудень 2017 року. – [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245272535&cat\\_id=245183225](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245272535&cat_id=245183225).
8. Панченко Г.Г. Повна енергоємність трудовитрат. – Актуальні питання розвитку сучасної економіки, управління та адміністрування: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, м. Київ, 28 грудня 2019 р. – Київ: Таврійський національний університет імені В.І.Вернадського, 2019. Ч. II. – с.43-46.
9. Панченко Г.Г. Повна енергоємність валюти. – Актуальні питання розвитку сучасної економіки, управління та адміністрування: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, м. Київ, 28 грудня 2019 р. – Київ: Таврійський національний університет імені В.І.Вернадського, 2019. Ч. II. – с.80-84.
10. Хмельовська О. Які країни й міжнародні організації фінансово підтримують Україну. – 5.06.2014. <https://tyzhden.ua/News/111562>.
11. Зовнішня торгівля окремими видами товарів за країнами світу за січень-грудень 2017 року. - [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/zd/tsztt/tsztt\\_u/tsztt1217\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/zd/tsztt/tsztt_u/tsztt1217_u.htm).
12. Обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) за видами економічної діяльності у 2010-2019 роках. - [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/pr/orp\\_rik/orp\\_rik\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/pr/orp_rik/orp_rik_u.htm).

**G.G. Panchenko**, Cand.Sc.(Eng.), Senior Researcher, ORCID 0000-0002-7234-4078  
**State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management**

#### **ENERGY-ECONOMIC ANALYSIS SECTORS OF THE ECONOMY OF UKRAINE**

*The work is devoted to methods of calculating the total energy intensity of fuel, currency, products, labor costs, raw materials and materials necessary for the practical application of energy-economic analysis of production efficiency. The article proposes a simplified methodology and performs calculations to estimate the total energy intensity of currency and products of seven sectors of the economy of Ukraine, which produce food, mineral, chemical, metallurgical and machine-building products, as well as services - transport and computer programming. Calculations were made for three types of fuel - nuclear fuel, coal and natural gas, which in 2017 accounted for more than 76% of total fuel consumption in Ukraine. The main components of the total energy intensity of the products of the national economy are due to the use of fuel for the production of fuel, electricity and heat and raw materials, as well as the cost of fuel for the production of products that workers buy for wages. The article identifies the relative energy and economic efficiency of fuel use in the economy of Ukraine.*

**Keywords:** energy-economic analysis; total fuel consumption, total energy intensity, total energy intensity of currency.

#### **References**

1. Panchenko G.G. Stan i perspektivi rozvitku energetichnogo analizu. – Energetika: ekonomika, tekhnologii, ekologiya. 2019. № 4. – s. 48-56.
2. Tonkal' V.Yu., Gnidoi M.V., Panchenko G.G., Stoyanova I.I., Sokolov's'ka I.S. Metodika viznachennya povnoї energoemnosti produktsii, robot i poslug. - DSTU 30583-98.– Derzhstandart Ukraїni. – Kїiv. – 1998. – 11 s.
3. Tonkal' V.E., Gnidoi N.V., Panchenko G.G., Stoyanova I.I., Sokolovskaya I.S. Metodika opredeleniya polnoi energoemkosti produktsii, robot i uslug. - GOST 30583-98 Mezghosudarstvennyi sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. – 1998. – 11 s.
4. Energoekonomicheskii analiz proizvodstva produktsii, robot i uslug. // Panchenko G.G. – K., 1994. – 30 s. – (Preprint/NAN Ukrainy. Institut problem energobsrezheniya; 94-3).
5. Slesser M. Energy in the Economy. The Macmillan Press Ltd. London and Basingstoke, 1978, 164 p.
6. Dubov's'kii S.V., Khortova O.O. Otsinka osnovnikh pokaznikov kombinovanogo virobntstva elektrichnoї

energii ta teploti na paroturbinnikh ustanovkakh atomnikh elektrichnikh stantsii. – ISSN 0204-3602. Prom. Teplotekhnika, 2015, t. 37. №5. – s.47-55.

7. Informatsiya pro robotu elektroenergetichnogo kompleksu za grudn' 2017 roku. – [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245272535&cat\\_id=245183225](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245272535&cat_id=245183225).

8. Panchenko G.G. Povna energoemnist' trudovitrat. – Aktual'ni pitannya rozvitku suchasnoi ekonomiki, upravlinnya ta administruvannya: Materiali mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, m. Kiiv, 28 grudnya 2019 r. – Kiiv: Tavriis'kii natsional'nii universitet imeni V.I.Vernads'kogo, 2019. Ch. II. – s.43-46.

9. Panchenko G.G. Povna energoemnist' valyuti. – Aktual'ni pitannya rozvitku suchasnoi ekonomiki, upravlinnya ta administruvannya: Materiali mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, m. Kiiv, 28 grudnya 2019 r. – Kiiv: Tavriis'kii natsional'nii universitet imeni V.I.Vernads'kogo, 2019. Ch. II. – s.80-84.

10. Khmel'ovs'ka O. Yaki kraïni i mizhnarodni organizatsii finansovo pidtrimuyut' Ukraïnu. – 5.06.2014. <https://tyzhden.ua/News/111562>.

11. Zovnishnya torgivlya okremimi vidami tovariv za kraïnami svitu za sichen'-gruden' 2017 roku. - [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/zd/tsztt/tsztt\\_u/tsztt1217\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/zd/tsztt/tsztt_u/tsztt1217_u.htm).

12. Obsyag realizovanoi promислоvoi produktsii (tovariv, poslug) za vidami ekonomichnoi diyal'nosti u 2010-2019 rokakh. - [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/pr/orp\\_rik/orp\\_rik\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/pr/orp_rik/orp_rik_u.htm).

Надійшла 13.07.2021

Received 13.07.2021