

УДК 620.9

О.О. РУБАН-МАКСИМЕЦЬ

Інститут загальної енергетики НАН України, Київ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА БАЗІ СТАТИСТИЧНОЇ ЗВІТНОСТІ УКРАЇНИ

Розглянуто проблему підвищення енергетичної ефективності та наведено класифікацію показників енергетичної ефективності. Представлено узагальнені методи визначення показників ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на базі статистичної звітності України.

Постановка проблеми. Для прогнозування перспектив розвитку паливно-енергетичного комплексу України та систем її енергозабезпечення необхідно забезпечити коректну оцінку показників енергетичної ефективності на основі фактичних (статистичних) даних.

На сьогодні не існує єдиного загальноприйнятого в усьому світі визначення енергетичної ефективності. Відповідно до Закону України “Про енергозбереження” використовується термін “енергоефективна продукція, технологія, обладнання – продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками” [1]. Причому “раціональне використання ПЕР” визначено як таке, що досягає максимальної ефективності використання ПЕР при існуючому рівні розвитку техніки та технології з одночасним зниженням техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Інші підходи до визначення поняття енергетичної ефективності використовуються в державному стандарті Російської Федерації Р 51387-99: “показник енергетичної ефективності – абсолютна, питома або відносна величина споживання або втрат енергетичних ресурсів для продукції будь-якого призначення або технологічного процесу” [2]. Відповідно до Закону Республіки Білорусь “Про енергозбереження” “показник енергоефективності – науково обґрунтована абсолютна або питома величина споживання ПЕР (з урахуванням їх нормативних втрат) на виробництво одиниці продукції (роботи, по-

слуги) будь-якого призначення, яка встановлена нормативними документами” [3].

Відповідно до підходу робочої групи з енергоефективності Департаменту енергетики США “енергетична ефективність” не може бути виражена єдиним показником, тому існує багато підходів до її визначення або тлумачення її як поняття:

- енергоефективність – необхідний рівень витрат енергетичних ресурсів для досягнення певного рівня благополуччя (наприклад, економічного, соціального, стандартів життя людини, стану навколишнього природного середовища і т. ін.);
- енергоефективність – енергоємність;
- енергоефективність – комплексний набір показників, визначення яких залежить від системи, для якої він визначається, а найголовнішим є спостереження за динамікою цих показників і забезпечення їх постійного покращення за рахунок всіх економічно обґрунтованих доступних заходів (вдосконалення сучасних технологій, а також, що дуже важливо, заміни існуючих технологій використання ПЕР на принципово нові).

З урахуванням наведених методологічних підходів, які використовуються в світі, визначимо поняття “енергетична ефективність” наступним чином. Енергетична ефективність є узагальненим поняттям, розкриття якого потребує конкретизації системи (технічна, економічна, соціальна тощо) та мети (завдання, проблеми, питання) використання [4]. Згідно з системою та метою використання, енергетична ефективність характеризується певною відповідною множиною показників.

Виконані дослідження показали, що на сьогодні відсутня єдина системна теоретична та методологічна база визначення та аналізу показників енергетичної ефективності на різних ієрархічних рівнях, а існуючі напрацювання стосуються лише окремих аспектів цієї проблематики, наприклад, виключно макроекономічного рівня або лише рівня технологічних процесів [5, 6].

Особливо актуальною проблема визначення та аналізу показників енергетичної ефективності є для України, що обумовлено недоліками національної статистики та практично повною відсутністю відповідного методичного забезпечення [7].

Метою роботи є розробка теоретичних та методичних засад визначення та аналізу показників енергетичної ефективності, зокрема визначення основних термінів та понять, цілей забезпечення ефективного управління використанням ПЕР на різних ієрархічних рівнях та формування узгодженої системи управлінських завдань, вирішення яких дозволяє забезпечити досягнення цих цілей.

Показники енергетичної ефективності визначаються на базі статистичної інформації, загальновідомою проблемою застосування якої є наявність статистичних похибок. Але поряд з цим, як свідчать результати виконаних досліджень, визначення та аналіз показників енергетичної ефективності в Україні ускладнюється низкою специфічних проблем, значною мірою обумовлених складністю процесів трансформації від командно-адміністративної системи управління економікою, для обслуговування якої і була пристосована статистична звітність колишнього СРСР і яка дісталась у спадок Україні після проголошення незалежності, до ринкових механізмів регулювання.

Означене обумовлює характерну рису вітчизняної статистики – постійні зміни форм звітності та принципів їх побудови через необхідність гармонізації вітчизняної статистики із загальноприйнятими у розвинених країнах стандартами. Як наслідок, перелік категорій споживання палива та його видів, позиції звітності, структуризації економіки на окремі галузі, сектори та види економічної діяльності неодноразово змінювались. Наприклад, в період до 2002 року при формуванні статистичної звітності використовувався Загальний Класифікатор “Галузі Народного Господарства

України” (ЗКГНГ) [8], а з 2002 року статистика почала вестися за Класифікацією видів економічної діяльності (КВЕД) [9]. Причому на сьогодні вся необхідна для розрахунків показників енергетичної ефективності інформація в статистичних даних, що публікує Державний комітет статистики України, відсутня або методично не в повній мірі узгоджена з підходами, що використовуються світовими організаціями.

Це обумовлює необхідність розробки для окремих ретроспективних періодів специфічних методик розрахунку показників енергетичної ефективності. Поряд з цим необхідно враховувати наявність потужного “тіньового” сектора економіки в Україні, обсяги якого безпосередньо не спостерігаються [10]. Поряд з цим має місце недоврахування значних обсягів використання та виробництва ПЕР – децентралізовані заготовки палива, “тіньовий” видобуток вугілля, використання некваліфікованих видів палива (біопаливо, метан вугільних родовищ і т.п.).

Недосконалість національної статистики, поряд з розбіжностями в методах розрахунку обсягів виробництва, споживання, імпорту та експорту ПЕР, які використовуються в окремих організаціях, ведуть до суттєвої різниці в оцінках загального енергоспоживання в Україні, що дезорієнтує користувачів цієї інформації як в Україні, так і за її межами.

При проведенні досліджень, з урахуванням особливостей статистичної звітності, були визначені наступні вимоги до системи показників енергетичної ефективності:

- Показники повинні чітко віддзеркалювати сутність процесів, які вони характеризують.
- Фактичні показники повинні формуватися на основі підходу “знизу вгору” по відповідних ланцюгах ієрархії господарчо-фінансової діяльності та використання ПЕР.
- Відсутність “подвійного урахування” при обчисленні витрат ПЕР та показників, які характеризують результати економічної діяльності, як на одному ієрархічному рівні, так і при переході з нижчого ієрархічного рівня на вищі.
- Можливість реального визначення показників енергетичної ефективності, виходячи з інформації, яка підтримується суб'єктами

господарювання та в національній статистиці.

- Можливість та доцільність визначення показників з точки зору їх практичного застосування в системі управління енергозабезпеченням та енергоспоживанням.
- Можливість коректного порівняння показників енергетичної ефективності, визначених для різних країн світу, зокрема визначених для України, з показниками інших країн.

З урахуванням означених вимог була розроблена класифікація показників енергетичної ефективності, в основу якої покладено їх поділ на такі базові класи:

- *Фізико-технічні*, які характеризують ступінь технічної досконалості технологій споживання, транспортування та зберігання ПЕР.
- *Соціально-енергетичні*, які характеризують економічно та соціально обґрунтовані рівні витрат ПЕР для досягнення соціально прийнятних стандартів якості життя людини та суспільства.
- *Економіко-енергетичні*, які характеризують співвідношення між результатами економічної діяльності та відповідними обсягами витрат ПЕР.

Розглянемо докладніше економіко-енергетичні показники енергетичної ефективності.

Визначення показників енергетичної ефективності на всіх ієрархічних рівнях соціально-економічних систем базується на наступному загальному співвідношенні:

$$D_s = \frac{O_s}{C_s}, \quad (1)$$

де s – індекс показника, який характеризує результати економічної діяльності в грошовому еквіваленті чи натуральному виразі, $s=1 \div S$;

D_s – показник енергетичної ефективності, який характеризує результат економічної діяльності, що було досягнуто при витраті одиниці ПЕР;

C_s – обсяг витрат ПЕР;

O_s – результати економічної діяльності, які досягнуті за рахунок використання ПЕР в обсязі C_s .

В загальному випадку, показник C_s може визначатись як в енергетичних одиницях – умовних або натуральних, так і у вартісних.

Визначення показників енергоємності, які є зворотними до показників енергетичної ефек-

тивності, на всіх ієрархічних рівнях соціально-економічних систем базується на наступному виразі:

$$e_s = \frac{1}{D_s} = \frac{C_s}{O_s}, \quad (2)$$

де e_s – показник енергоємності. Він характеризує витрати ПЕР для досягнення “одиниці” результату економічної діяльності.

При розрахунку показників економіко-енергетичної ефективності результатами економічної діяльності є, відповідно до загальноприйнятої системи національних рахунків, економічні показники на макроекономічному рівні: випуск продукції, товарів та послуг в грошовому або натуральному вимірі (ВПТП); валовий внутрішній продукт (ВВП) для економіки країни в цілому; валова додана вартість (ВДВ) для видів економічної діяльності та валовий регіональний продукт (ВРП) для регіонів.

Джерелом інформації щодо фактичних значень цих показників є національні рахунки та таблиці “витрати – випуск” [11]. З використанням КВЕД, що використовується в таблиці “витрати – випуск”, можливо забезпечити різні рівні агрегування (деагрегування) інформації для забезпечення коректності між економічними та енергетичними показниками, бо саме за КВЕД структурується інформація у формах енергетичної статистичної звітності.

Для отримання інформації щодо обсягів витрат ПЕР використовуються наступні джерела. Стосовно витрат органічного палива в Україні джерелом інформації є форма статистичної звітності 4-МТП “Звіт про залишки і використання енергетичних матеріалів та продуктів перероблення нафти” [12]. Форма статистичної звітності 11-МТП “Звіт про результати використання палива, теплоенергії та електроенергії” є головним джерелом інформації стосовно виробництва електроенергії та теплоенергії в Україні [13]. Обсяги виробництва електроенергії та тепла за типами електростанцій визначаються на основі форми 6-ТП “Звіт про виробництво електро- і теплоенергії, техніко-економічні показники роботи електростанцій”.

Обсяги імпорту та експорту ПЕР визначаються на основі митної статистики, а електроенергії – на основі балансу електроенергії.

Всі означені джерела статистичної інформації використовуються для розрахунку обся-

гів споживання, втрат та витрат ПЕР, необхідних для визначення показників енергетичної ефективності економіки країни.

Загальноприйнятою практикою, в тому числі у європейських країнах, є розрахунок показників, що характеризують витрати палива, на основі паливно-енергетичних балансів. Цей баланс формується на основі такого узагальненого балансового співвідношення для кожного виду ПЕР:

$$S_j + E_j + L_j = P_j + I_j \pm Z_j \pm T_j - B_j, \quad (3)$$

де j – індекс виду ПЕР, $j=1 \div J$;

S_j – кінцеве споживання;

E_j – експорт первинних видів ПЕР;

L_j – втрати при транспортуванні;

P_j – власне виробництво;

I_j – імпорт;

Z_j – зміна запасів;

T_j – трансфери;

B_j – міжнародне бункерне паливо.

Згідно з цим підходом, загальне споживання j -го виду ПЕР в натуральних одиницях виміру визначається за виразом:

$$C_j = S_j + L_j = P_j + I_j \pm Z_j \pm T_j - B_j - E_j, \quad (4)$$

де C_j – загальне споживання j -го виду ПЕР.

Але для розрахунку показників енергетичної ефективності визначення загального споживання ПЕР згідно з виразом (5), який є розповсюдженням зазначеного підходу на загальний випадок та відповідає міжнародній практиці формування паливно-енергетичних балансів, буде вірним лише для країн нетто-імпортерів енергії.

$$C = \sum_{j=1}^J (k_j P_j + k_j I_j \pm k_j Z_j \pm k_j T_j - k_j B_j - k_j E_j), \quad (5)$$

де k_j – коефіцієнт перерахунку натуральних одиниць виміру в умовні.

Розповсюдження цього підходу на визначення загального споживання ПЕР країн нетто-експортерів енергії викличе необґрунтоване зменшення споживання ПЕР на енергетичний еквівалент обсягу експортованої енергії.

Ця помилка є досить розповсюдженою, зокрема, вона припущена у Методиці визначення енергоємності випуску продукції (робіт, послуг) і валового внутрішнього продукту, яка затверджена наказом Держкоменергозбереження та Мінекономіки №7/19 від 22.02.2000 року та у практиці розрахунку показників визначення енергоємності ВВП, що застосовується МЕА.

З урахуванням означеного, в межах роботи [4] було розроблено новий підхід до визначення обсягів повного енергоспоживання, який передбачає введення понять повного споживання ПЕР енергетичним сектором економіки та повного споживання ПЕР неенергетичним сектором економіки. Повне споживання ПЕР в країні розглядається як сума цих двох складових.

Повне споживання ПЕР в енергетичному секторі визначається за виразом:

$$C_{es} = \sum_{j \in J'} k_j \cdot M_j + \sum_{j \in J''} k_j \cdot R_j + \sum_{j \in J'''} k_j \cdot L_j, \quad (6)$$

де C_{es} – обсяг повного споживання ПЕР в енергетичному секторі;

M_j – обсяг ПЕР, які використані на перетворення в інші види енергії;

R_j – обсяг ПЕР, які використані на власні потреби енергетичного сектора;

J' – множина видів ПЕР, які були використані при перетворенні в інші види енергії;

J'' – множина видів енергії, які були використані на власні потреби;

J''' – множина видів енергії, які поставляються кінцевим споживачам та на експорт.

Як видно з виразу (6), при відсутності експорту вся вироблена енергія буде врахована у секторі кінцевого споживання. Але якщо її частина буде експортована, то сума повного споживання виявиться меншою на енергетичний еквівалент експортованої енергії від реальних обсягів споживання ПЕР в країні. З точки зору формування енергетичних балансів це цілком коректно, бо ця енергія буде врахована в країні-імпортері. Але з точки зору визначення показників енергетичної ефективності це є помилкою, бо експортована енергія витрачена на формування ВВП (ВПТП, ВРП, ВДВ), тобто на досягнення економічного результату, який є другою складовою при розрахунку показників енергетичної ефективності. Така ситуація виникає тому, що з економічної точки зору експортована енергія змінює свою сутність і повинна розглядатись як товар, а не як енергоресурс. Тому в цій ситуації необхідно використовувати трансфер експортованої енергії в товар, який, при розрахунку показників енергетичної ефективності, не враховується. Це збільшує повне споживання енергетичного сектору на відповідну величину і забезпечує коректне визначення загального енергоспоживання для розрахунку показників енергетич-

ної ефективності на макрорівні – рівні країн та їх регіонів.

Відзначимо, що при умові неврахування експорту електричної енергії коректним стає застосування виразу (5).

Повне споживання ПЕР неенергетичного сектору на будь-якому ієрархічному рівні визначається сумою показників, які позначаються індексом i , $i \in I$, а саме:

Повне споживання ПЕР на забезпечення енергетичних потреб всіх кінцевих споживачів ($i=1$).

Повне споживання ПЕР на забезпечення неенергетичних потреб всіх кінцевих споживачів ($i=2$).

Якщо позначити індексом $j=1$ електричну енергію, індексом $j=2$ теплову енергію, множиною J – види палива, то повне споживання ПЕР неенергетичного сектору, яке позначимо індексом ek , визначається за виразом:

$$C_{ek} = k_{(j=1)}U_{(i=1)(j=1)} + k_{(j=2)}U_{(i=1)(j=2)} + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=3}^J k_j U_{ij}, \quad (7)$$

де C_{ek} – повне споживання ПЕР неенергетичним сектором,

U_{ij} – обсяг використання ПЕР за i напрямком його використання.

Сума показників при $i=1$ є повним споживанням ПЕР для енергетичних цілей.

Повне енергоспоживання країни (регіону) визначається за виразом:

$$C_e = C_{es} + C_{ek}, \quad (8)$$

де C_e – повне енергоспоживання країни (регіону).

З урахуванням означеного, нижче розглянуто узагальнені методи визначення показників ефективності використання ПЕР в Україні для рівня країни в цілому, які спираються, з одного боку, на офіційну статистичну звітність, а з іншого, на відкриті офіційні джерела світового співтовариства.

Для розрахунку загального споживання ПЕР на рівні країни використовуються складові, наведені в табл. 1, які надаються у формі статистичної звітності 4-МТП.

Для розрахунку кінцевого споживання ПЕР на рівні країни використовуються наведені в табл. 2 складові, які надаються у формі статистичної звітності 4-МТП.

Обсяг споживання електроенергії визначається з використанням електричного балансу країни та форми 6-ТП. Він розраховується як

Таблиця 1. Показники, якими визначається загальне споживання ПЕР

Показник	Знак	Позиції у формі 4-МТП
Споживання ПЕР сектором перетворення	+	Розділ 3, графа 1
Витрати ПЕР на перетворення в інші види палива	-	Розділ 3, графи 2 – 6
Споживання ПЕР на енергетичні потреби сектора перетворення	+	Розділ 3, графа 12
Споживання ПЕР для неенергетичних цілей	+	Розділ 4, графа 1
Кінцеве споживання ПЕР	+	Розділ 4, графа 2
Реалізовано населенню	+	Розділ 4, графа 9

Таблиця 2. Показники, якими визначається кінцеве споживання ПЕР

Показник	Знак	Позиції у формі 4-МТП
Споживання ПЕР для неенергетичних цілей	+	Розділ 4, графа 1
Кінцеве споживання ПЕР	+	Розділ 4, графа 2
Реалізовано населенню	+	Розділ 4, графа 9

сума власного виробництва електроенергії та її імпорту, зменшена на обсяг експорту, втрат в мережах та власних витрат електростанцій.

Визначення споживання ПЕР для енергетичного використання виконується аналогічно розрахунку загального енергоспоживання за винятком того, що складова, яка визначає використання ПЕР на неенергетичні цілі, наприклад в якості сировини, не враховується.

Визначення кінцевого споживання ПЕР для енергетичного використання є результатом розрахунку кінцевого енергоспоживання за винятком того, що складова, яка визначає використання ПЕР на неенергетичні цілі, не враховується.

З урахуванням означеного, на базі статистичної звітності України, можна розрахувати різноманітні показники енергетичної ефективності, зокрема: коефіцієнт корисного використання ПЕР, енергомісткість (ВНП, ВВП, продукції) та ін. [5, 6]. Також пропонується розрахувати показники енергетичної ефективності, які характеризують співвідношення та взаємний вплив енергетичних та неенергетичних потреб, зокрема:

енергоємність ВВП (ВПТП, ВРП, ВДВ) на енергетичні цілі, яка визначається відношен-

ням обсягів споживання ПЕР на енергетичні цілі до обсягів ВВП (ВПТП, ВРП, ВДВ);

загальна енергетична ефективність використання ПЕР, яка визначається відношенням обсягу ВВП (ВПТП, ВРП, ВДВ) до кінцевого використання ПЕР;

ВИСНОВКИ

Недоліки національної статистичної звітності та розбіжності в методах розрахунку обсягів виробництва, споживання, імпорту та експорту ПЕР не дозволяють дати вірну оцінку загального енергоспоживання в Україні, що обумовлює необхідність розробки відповідних методологічних підходів для визначення показників енергетичної ефективності.

Класичний підхід до розрахунку обсягів витрат палива на основі паливно-енергетичних балансів, з точки зору визначення показників енергетичної ефективності, є вірним лише для країн нетто-імпортерів ПЕР, тому було розроблено новий підхід, коректний також і для країн нетто-експортерів ПЕР.

З використанням розробленого підходу створені узагальнені методи розрахунку по-

енергетична ефективність кінцевого споживання ПЕР на енергетичні цілі, яка визначається відношенням обсягу ВВП до кінцевого споживання ПЕР на енергетичні цілі.

казників ефективності використання ПЕР в Україні, з урахуванням специфіки національної статистичної звітності, на підставі яких визначаються різноманітні показники енергетичної ефективності.

Коректне визначення та аналіз показників енергетичної ефективності дозволяє в подальшому забезпечити вирішення ряду важливих завдань, зокрема оцінювати потенціал та пріоритетність реалізації окремих напрямків підвищення енергетичної ефективності в Україні, розробляти прогнози перспективної потреби в ПЕР на основі використання різноманітних методів та математичних моделей, порівнювати національні показники енергетичної ефективності з показниками інших країн тощо.

1. Закон України “Про енергозбереження” №74/94-ВР від 01.07.94.
2. Государственный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 51387-99. УДК 62.1:006.354. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение.
3. Закон Республики Беларусь “Об энергосбережении” №190-З от 15.07.1998.
4. Розроблення наукових засад і методів визначення та аналізу показників енергетичної ефективності на основних ієрархічних рівнях економіки і соціальної сфери країни: Звіт про НДР / ІЗЕ НАН України – № ДР 0106U009135. – К., 2008. – 186 с.
5. Державний стандарт України. ДСТУ 2420-94. УДК 006.72:620.9. Енергоощадність. Терміни та визначення.
6. Державний стандарт України. ДСТУ 3755-98. Енергозбереження. Номенклатура показників енерго-ефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію.
7. “Методика визначення енергоємності випуску продукції (робіт, послуг) і валового внутрішнього продукту”. Затверджена наказом Держкоменергозбереження та Мінекономіки України від 22.02.2000 року.
8. Загальний Класифікатор “Галузі Народного Господарства України” (ЗКГНГ) – надано чинності наказом Міністерства статистики України від 24.01.1994 р. №21.
9. Державний класифікатор України ДК 009-96 “Класифікація видів економічної діяльності” (КВЕД) – надано чинності наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 22.10.1996р. № 441.
10. “Методологічні положення обчислення обсягів економіки, яка безпосередньо не спостерігається”, затверджені Наказом Держкомстату України від 31.12.2004 р. №680.
11. Терехов Л.Л. Экономико-математические методы. – М.: “Статистика”, 1972. – 360 с.
12. Інструкція щодо заповнення форми державного статистичного спостереження N 4-мпт “Звіт про залишки і використання енергетичних матеріалів та продуктів перероблення нафти”. Офіційний вісник України від 16.11.2005–2005 р., № 44, стор. 168, стаття 2800, код акта 34223/2005.
13. Інструкція щодо заповнення форми державного статистичного спостереження № 11-мпт “Звіт про результати використання палива, теплоенергії та електроенергії”. Офіційний вісник України від 16.11.2005–2005 р., № 44, стор. 172, стаття 2800, код акта 34223/2005.