

УДК 330.3
JEL: Q43; P18
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-9-34-39>

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

©2022 КИШАКЕВИЧ Б. Ю., НАСТЬОШИН С. Є.

УДК 330.3
JEL: Q43; P18

Кишакевич Б. Ю., Настьошин С. Є. Сучасні підходи до оцінювання енергоефективності національної економіки

У статті відзначається, що енергоефективність не може бути просто розпливчастим і двозначним поняттям, яке не має точних методів оцінювання. Вона повинна мати чіткі виміри та методи оцінки. Коли виникає питання про її вимірювання або оцінку, відсутність чіткого визначення енергоефективності може призвести до того, що результати будуть відрізнятися, і їх буде важко порівняти залежно від потреб або цілей. Відзначено необхідність вироблення точного й уніфікованого визначення енергоефективності, а також її класифікації та розроблення методів вимірювання. Наголошено на тому, що високорозвинуті країни світу мають значний досвід у досягненні високого рівня енергоефективності національних економік, проте в них теж на сьогодні не розроблено уніфікованої системи показників енергоефективності на національному рівні, методів їх оцінювання та аналізу. Енергоємність ВВП виступає чи не єдиним універсальним інструментом, за допомогою якого уможливаються міжнародні та регіональні порівняння рівнів енергоефективності національних економік. Показано, що протягом останніх років в Україні спостерігається чітка тенденція до зниження енергоємності національної економіки практично в усіх сферах. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України розробило таблиці первинних даних і методику обчислення показників енергоефективності української економіки. Первинні дані та розрахункові показники сформовано за такими секторами, як промисловість, транспорт, житло, сільське господарство, послуги. У статті показано, що останнім часом популярним інструментом оцінки енергоефективності стали методи оцінювання ефективності на основі моделювання граници ефективності, а саме, DEA- та SFA-моделі. Незважаючи на цілу низку своїх переваг, DEA-метод не бере до уваги статистичні шуми. На протизвагу DEA-моделям SFA-моделі використовують функцію відстані Шепарда для визначення індексу енергоефективності та враховує статистичні шуми.

Ключові слова: енергоефективність, SFA-моделі, DEA-моделі, енергоємність ВВП, показники енергоефективності, первинне споживання енергії.
Табл.: 2. **Бібл.:** 13.

Кишакевич Богдан Юрійович – доктор економічних наук, професор, професор кафедри математики та економіки, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка (вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, 82100, Україна)

E-mail: b_kyshakevych@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5721-8543>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=40561435200>

Настьошин Степан Євгенович – аспірант кафедри математики та економіки, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка (вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, 82100, Україна)

E-mail: nastoshin@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6259-7357>

UDC 330.3
JEL: Q43; P18

Kyshakevych B. Yu., Nastoshyn S. Yu. Modern Approaches to Assessing the Energy Efficiency of the National Economy

The article notes that energy efficiency cannot simply be a vague and ambiguous concept that does not have accurate assessment methods. It should have clear measurements and evaluation methods. When the question arises as to measuring or evaluating, the lack of a clear definition of energy efficiency can cause the results to differ and it will be difficult to compare them depending on the needs or objectives. So the need to develop an accurate and unified definition of energy efficiency, as well as its classification and development of measurement methods is highlighted. It is emphasized that highly developed countries of the world have significant experience in achieving a high level of energy efficiency of national economies, but they also do not currently have developed a unified system of energy efficiency indicators at the national level, methods for their assessment and analysis. The energy intensity of GDP is almost the only universal instrument by which international and regional comparisons of energy efficiency levels of national economies are possible. It is shown that in recent years in Ukraine there has been a clear tendency to reduce the energy intensity of the national economy in almost all spheres. The State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine has developed tables of primary data and a methodology for calculating energy efficiency indicators of the Ukrainian economy. Primary data and calculation indicators are formed by such sectors as industry, transport, housing, agriculture, services. The article shows that recent methods for evaluating energy efficiency based on modeling the efficiency limit, namely, DEA and SFA models, have become a popular tool for evaluating energy efficiency. Despite a number of its advantages, the DEA method does not take into account statistical noise. In contrast to DEA models, SFA models use the Shepard distance function to determine the energy efficiency index and take into account statistical noise.

Keywords: energy efficiency, SFA models, DEA models, energy intensity of GDP, energy efficiency indicators, primary energy consumption.

Tabl.: 2. **Bibl.:** 13.

Kyshakevych Bohdan Yu. – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Mathematics and Economics, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University (24 Ivana Franka Str., Drohobych, 82100, Ukraine)

E-mail: b_kyshakevych@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5721-8543>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=40561435200>

Nastoshyn Stepan Ye. – Postgraduate Student of the Department of Mathematics and Economics, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University (24 Ivana Franka Str., Drohobych, 82100, Ukraine)

E-mail: nastoshin@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6259-7357>

В Україні відносини, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності та спрямовані на посилення енергетичної безпеки, досягнення сталого економічного розвитку, збереження первинних енергетичних ресурсів та скорочення викидів парникових газів, регулюються Законом «Про енергетичну ефективність» [1]. Сфера забезпечення енергетичної ефективності охоплює енергоефективні заходи, що здійснюються під час виробництва, транспортування, передачі, розподілу, постачання та споживання енергії. Кабінетом Міністрів України затверджено «Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року» [2], який спрямований на досягнення національної мети з енергоефективності – первинне та кінцеве споживання енергії в Україні у 2030 р. не повинне перевищувати відповідно 91 468 тис. і 50 446 тис. т нафтового еквівалента. Незважаючи на суттєві зрушення у сфері охорони навколишнього природного середовища України та зниження рівня енергоемності національної економіки, на сьогодні не вироблено уніфікованих підходів до оцінювання її енергоефективності.

Хоча високорозвинені країни світу мають значний досвід щодо досягнення високого рівня енергоефективності національних економік, проте в них теж на сьогодні не розроблено уніфікованої системи показників енергоефективності на національному рівні, методів її оцінювання й аналізу. У більшості випадків енергоемність ВВП з урахуванням паритету купівельної спроможності виступає чи не єдиним універсальним інструментом, за допомогою якого уможливаються міжнародні та регіональні порівняння рівнів енергоефективності національних економік. Усе це обумовлює актуальність проблеми розроблення сучасних підходів до оцінки та порівняння енергоефективності на рівні країн.

Проблемам оцінювання енергоефективності на різних рівнях присвячено чимало наукових досліджень і публікацій. Так, визначення типу взаємозв'язку між енергоефективністю та економічним зростанням у країні, методи вимірювання рівня енергоефективності стали об'єктом дослідження в роботах таких науковців, як: Y. Tahir зі співавторами [3], M. Ziolo, S. Jednak, G. Savić, D. Kragulj [4], K. M. Özcan, A. U. Özkan [5], E. Szafranko [6], C. A. De Melo, G. Jannuzzi [7], A. Miketa, P. Mulder [8], B. Горбачук, Г. Шулінок, А. Сирку [9], С. Ku-Hsieh зі співавторами [10] та інших. Проте проблема уніфікації існуючих підходів до оцінювання енергоефективності на рівні країн залишається недостатньо висвітленою, що ускладнює вироблення дієвих стратегій її підвищення.

Мета статті полягає в аналізі сучасних підходів до оцінювання й аналізу рівня енергоефективності національної економіки України.

Енергоефективність – це концептуальний термін, який широко застосовується в повсякденному житті в абсолютно різних ситуаціях та обставинах.

Проте енергоефективність не може бути просто розпливчастим і двозначним поняттям, яке не має точних методів оцінювання. Вона повинна мати чіткі виміри та методи оцінки. Наприклад, щоб продемонструвати енергоефективність холодильника, у Бразилії використовують відносне співвідношення корисного внутрішнього об'єму холодильника та морозильника і побутового споживання електроенергії [4]. Щоб показати енергоефективність обладнання на заводі, компанії в розвинених країнах часто використовують у ролі показника енергоефективності обсяг продукції, створений однією одиницею вхідної енергії [5]. Можна навести приклади багатьох науковців, які підходять до проблеми визначення енергоефективності із різних ракурсів. Так, у статті Y. Tahir та інших [3] проаналізовано методи оцінки енергоефективності систем зберігання енергії. Грунтуючись на порівняльному аналізі, у цій роботі підтверджено переваги гібридної системи зберігання енергії та зроблено кілька цікавих пропозицій, пов'язаних з використанням мікромереж.

Коли одна форма енергії перетворюється на іншу, спочатку частина доступної енергії розсіюється, часто у вигляді тепла, наприклад під час роботи трансмісії або турбіни. Енергоефективність або кількість виробленої енергії є важливим фактором, пов'язаним з конверсією, і є пропорційною кількості енергії, використаної для її виробництва. Енергоефективність розраховується шляхом розподілу отриманої енергії (корисної енергії або виходу енергії) на вхід енергії. Наприклад, холодильник має енергоефективність від 20% до 50%, лампа розжарювання – близько 5%, світлодіодна лампа – понад 30%, а вітряна турбіна – не більше 59%. Загальне виробництво електроенергії має енергоефективність близько 39%.

Проте енергоефективність слід розглядати як загальний термін. Коли виникає питання про її вимірювання або оцінку, відсутність чіткого визначення енергоефективності може призвести до того, що результати будуть відрізнятися, і їх буде важко порівняти залежно від потреб або цілей дослідження. Усе це вказує на необхідність вироблення точного й уніфікованого визначення енергоефективності, а також її класифікації та розроблення відповідних методів вимірювання.

Зростаючий ризик зміни клімату, викликаний викидами парникових газів, ставить сьогодні перед країнами нові завдання. На тенденції розвитку економік більшості країн значний вплив має підвищення рівня викидів парникових газів. Тому виникає питання: чи можна домогтися стійкого економічного та фінансового розвитку й одночасно знизити викиди парникових газів? У статті [4] наведено аргументи щодо позитивного вирішення цієї проблеми, тобто, що це є можливим при підвищенні енергоефективності. У цій роботі показано зв'язок між енергоефективніс-

тю та сталим економічним і фінансовим розвитком у країнах Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) за період 2000–2018 років за допомогою DEA-підходу та регресійного аналізу. Результати вказують на існування незначної тенденції до збільшення загальної факторної енергоефективності (TFEE) в країнах ОЕСР за аналізований період, проте автори відзначають існування різниці в рівнях TFEE. У розвинених країнах ОЕСР рівні TFEE є вищими, ніж у країнах, що розвиваються. Досягнення сталого економічного та фінансового розвитку можливе, якщо буде розроблена дієва політика в галузі енергоефективності. Доступ до кредитів і приплив прямих іноземних інвестицій, які приносять нові енергозберігаючі технології, можуть підвищити енергоефективність. З іншого боку, енергоефективність можна підвищити за рахунок більш стійкого економічного зростання та фінансового розвитку.

У роботі [5] проведено дослідження взаємозв'язку між енергоефективністю та економічним зростанням у країнах G20. Відзначається, що у G20 найбільш споживаним джерелом енергії є вугілля, через це країнам G20 слід передусім підвищити ефективність використання вугілля на електростанціях. Іншими словами, їм необхідно споживати вугілля екологічно безпечним способом і скорочувати частку вугілля в енергоспоживанні. Протягом останніх двох десятиліть спостерігалася тенденція до зниження цієї частки енергоспоживання, і можна очікувати, що ця тенденція збережеться. Такий прогноз пояснюється тим, що, ґрунтуючись на результатах дослідження, існує довгостроковий коінтеграційний зв'язок між енергоемністю, споживанням енергії та зростанням ВВП на душу населення в цих країнах. Для країн G20 результати тестів на існування причинно-наслідкового зв'язку показали, що між енергоемністю та ВВП на душу населення існує двосторонній причинно-наслідковий зв'язок за Грейнджером [5, с. 17].

У статті E. Szafranko [6] пропонується методологія оцінки ефективності інвестицій в енергозберігаючі технології, заснована на застосуванні кількох методів, що дозволяє користувачеві здійснити комплексний аналіз економічних вигод і витрат таких інвестицій. Процедура була представлена на прикладі типової фотогальванічної установки на даху для вироблення електроенергії для будинку на одну сім'ю. Оцінка включала таку інформацію, як витрати на інвестиції та вигоди, розраховані на основі технічних даних, що описують запланований проект. Розглянуто в цій статті методологія складається з комплексного підходу до оцінки інвестицій у відновлювані джерела енергії та може дати набагато кращі результати, ніж оцінки, що ґрунтуються на окремих методах, застосовуваних окремо.

Держенергоефективності за підтримки Українсько-Данського Енергетичного Центру (УДЕЦ)

запропонувало таблиці первинних даних і методику обчислення показників енергоефективності для України. Первинні дані для отримання показників енергоефективності отримуються із відкритих джерел і формуються за принципом «знизу вгору». Первинні дані та розрахункові показники сформовано за основними секторами, що передбачено методологією MEA: промисловість, транспорт, житло, сільське господарство, послуги [11].

У табл. 1 наведено енергоемність за галузями, яка отримується шляхом ділення первинних даних про кінцеве енергоспоживання галузі на додану вартість за галузями в постійних цінах.

З табл. 1 легко бачити, що енергоемність української промисловості протягом останніх років має чітку тенденцію до зменшення. Аналогічна тенденція спостерігається і в транспорті. У табл. 2 показано розрахункові дані щодо інтенсивності викидів CO₂ по секторах української економіки. Розраховується як сума по усіх галузях:

Коефіцієнти було взято із Кадастру викидів парникових газів та змодельовано з урахуванням обсягів видів палива, що використовується в Україні.

Згідно із «Методикою визначення енергетичної ефективності будівель» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [12], показник енергетичної ефективності – це числове значення енергетичної характеристики будівлі, яке використовується для ранжування енергетичної ефективності, вимог до енергетичної ефективності та/або для сертифіката. Відповідно до цієї Методики показниками енергетичної ефективності для будівель є:

- ✦ питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води;
- ✦ питоме енергоспоживання при опаленні;
- ✦ питоме енергоспоживання при охолодженні;
- ✦ питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води;
- ✦ питоме енергоспоживання систем вентиляції;
- ✦ питоме енергоспоживання при освітленні;
- ✦ питоме енергоспоживання первинної енергії;
- ✦ питоме енергоспоживання викидів парникових газів [12].

В. М. Горбачук та інші в роботі [9] запропонували параметричний граничний підхід для оцінювання загальноекономічної енергоефективності на основі використання функції Шепарда та методу SFA (*Stochastic frontier analysis*) та отримання індексу енергоефективності.

Як зазначається в роботі [10], більшість підходів до оцінювання енергоефективності ґрунтуються на визначенні показника ефективності споживання енергії ECEI (*Energy consumption efficacy Indicator*) та оцінці ефективності економіки й енергії EEEE (*Energy economic efficiency Estimate*). Методологія EEEE вико-

Таблиця 1

Енергоємність за галузями (тис. т. н. е./ млн грн)

Галузь	Рік							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Промисловість	0,050	0,050	0,040	0,031	0,021	0,017	0,018	0,015
Чорна металургія								
Хімічна та нафтохімічна	0,165	0,086	0,044	0,029	0,044	0,031	0,030	0,029
Кольорова металургія								
Неметалічні мінеральні продукти	0,150	0,144	0,107	0,087	0,056	0,045	0,044	0,038
Транспортне устаткування	0,014	0,013	0,009	0,007	0,005	0,005	0,005	0,003
Машинобудування	0,022	0,018	0,013	0,011	0,008	0,009	0,008	0,005
Гірничодобувна (за виключенням палива)	0,046	0,041	0,036	0,044	0,023	0,017	0,017	0,015
Харчова та тютюнова	0,028	0,040	0,020	0,015	0,012	0,010	0,012	0,010
Целюлозно-паперова та поліграфічна	0,044	0,041	0,024	0,019	0,014	0,017	0,016	0,015
Деревообробна та вироби з деревини	0,063	0,076	0,040	0,034	0,022	0,017	0,014	0,015
Будівництво	0,006	0,006	0,005	0,006	0,003	0,003	0,003	0,003
Текстильна та шкіряна	0,016	0,013	0,008	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004
Інші види промисловості	0,007	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001
Металургія	0,519	0,600	0,264	0,212	0,187	0,108	0,109	0,208

Джерело: складено на основі [11].

Таблиця 2

Інтенсивність викидів CO₂ по секторах (кг CO₂/грн)

Галузь	Рік							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Промисловість	0,162	0,162	0,134	0,102	0,072	0,056	0,058	0,049
Чорна металургія								
Хімічна і нафтохімічна	0,446	0,233	0,122	0,082	0,120	0,086	0,084	0,081
Кольорова металургія								
Неметалічні мінеральні продукти	0,477	0,470	0,345	0,283	0,190	0,149	0,145	0,126
Транспортне устаткування	0,041	0,040	0,029	0,022	0,015	0,014	0,016	0,011
Машинобудування	0,069	0,055	0,041	0,036	0,025	0,030	0,027	0,017
Гірничодобувна (за виключенням палива)	0,148	0,132	0,117	0,141	0,079	0,056	0,058	0,051
Харчова та тютюнова	0,076	0,110	0,053	0,040	0,035	0,029	0,034	0,029
Целюлозно-паперова і поліграфічна	0,126	0,119	0,070	0,056	0,042	0,049	0,045	0,043
Деревообробна та вироби з деревини	0,166	0,199	0,102	0,075	0,055	0,042	0,041	0,038
Будівництво	0,015	0,016	0,015	0,017	0,009	0,009	0,009	0,008
Текстильна та шкіряна	0,048	0,042	0,026	0,019	0,016	0,016	0,014	0,012
Інші види промисловості	0,027	0,012	0,012	0,011	0,004	0,005	0,005	0,003
Металургія	1,759	2,064	0,942	0,738	0,666	0,364	0,371	0,708

Джерело: складено за [11].

ристовує дві основні техніки: DEA (*Data Envelopment Analysis*) і SFA (*Stochastic Frontier Analysis*).

DEA-підхід є методом непараметричного граничного аналізу для оцінювання ефективності. DEA-моделі поширені в дослідженнях енергоефективності на різних рівнях. Незважаючи на цілу низку своїх переваг, DEA-метод не бере до уваги статистичні шуми. На противагу DEA-моделям SFA-моделі використовують функцію відстані Шепарда для визначення індексу енергоефективності та враховують статистичні шуми.

Складність використання методів, що ґрунтуються на побудові границі ефективності, полягає в їх методичній частині, а саме, у трудомісткості, необхідності застосування спеціального математико-статистичного апарату. Проте метод оцінювання ефективності на основі використання DEA-моделей дозволяє не лише порівнювати об'єкти аналізу, але й визначати потенційні можливості для підвищення рівня ефективності їх діяльності [13, с. 203].

ВИСНОВКИ

Протягом останніх років в Україні спостерігається чітка тенденція до зниження енергоемності національної економіки практично в усіх сферах. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України за підтримки Українсько-Данського Енергетичного Центру (УДЕЦ) розробило таблиці первинних даних і методику обчислення показників енергоефективності української економіки. Первинні дані для отримання показників енергоефективності беруться із відкритих джерел та формуються за принципом «знизу вгору». Первинні дані та розрахункові показники сформовано за такими секторами, як промисловість, транспорт, житло, сільське господарство, послуги. Крім цього, останнім часом популярним інструментом оцінки енергоефективності на всіх рівнях стали методи оцінювання ефективності на основі моделювання границі ефективності, а саме, DEA- та SFA-моделі.

Самі показники енергоефективності не можуть спрогнозувати зміни в енергоспоживанні на будь-якому рівні або дати кількісну оцінку залежності загального енергоспоживання від деяких факторів. Тому часто вдаються до більш детального аналізу, щоб зрозуміти сукупний вплив низки різних факторів на загальне енергоспоживання. Одним із таких інструментів є декомпозиційний аналіз, який зазвичай використовують для відокремлення зміни рівня енергоефективності від інших факторів, що впливають на енергоспоживання. Наприклад, найбільш поширеним показником енергоемності економіки вважається співвідношення енергоспоживання до ВВП, оскільки, на думку більшості фахівців, зміни цього показника є результатом структурних змін в економіці, а не лише змін технічної енергоефективності. Прикладом структурних змін є зміни співвідношення ВВП, виробленого у промисловості (найбільш енергоемному секторі),

до загального ВВП, що має наслідком зміну загальної енергоемності економіки, навіть якщо технічна енергоефективність усіх секторів не змінилася. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Закон «Про енергетичну ефективність» від 21.10.2021 р. № 1818-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року» від 29.12.2021 р. № 1803-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-p#Text>
3. Tahir Y. et al. A Review on Hybrid Energy Storage Systems in Microgrids. In: *Proceedings of the 2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*. Sukkur, Pakistan. 29–30 January 2020. DOI: 10.1109/iCoMET48670.2020.9073919.
4. Ziolo M., Jednak S., Savić G., Kragulj D. Link between Energy Efficiency and Sustainable Economic and Financial Development in OECD Countries. *Energies*. 2020. Vol. 13. Iss. 22. Art. 5898. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13225898>
5. Özcan K. M., Özkan A. U. The Relationship between Energy Efficiency and Economic Performance in G20 Countries. *Topics in Middle Eastern and African Economies Proceedings of Middle East Economic Association*. 2018. Vol. 20. Iss. 1. 20 p. URL: http://meeaa.sites.luc.edu/volume20/PDFs/1.1.%20Kivilcim_Metin_Ozcan_EnergyEfficiencyinG20.pdf
6. Szafranko E. Assessment of the economic efficiency of energy-saving projects, methodology based on simple and compound methods. *Energy Science & Engineering*. 2021. Vol. 10. Iss. 2. P. 423–438. DOI: <https://doi.org/10.1002/ese3.1032>
7. De Melo C. A., Jannuzzi G. Energy Efficiency Standards for Refrigerators in Brazil: A Methodology for Impact Evaluation. *Energy Policy*. 2010. Vol. 38. Iss. 11. P. 6545–6550. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.032>
8. Miketa A., Mulder P. Energy Productivity across Developed and Developing Countries in 10 Manufacturing Sectors: Patterns of Growth and Convergence. *Energy Economics*. 2005. Vol. 27. Iss. 3. P. 429–453. DOI: 10.1016/j.eneco.2005.01.004
9. Горбачук В., Шулінок Г., Сирку А. До вимірювання загальної енергоефективності держав. *Теорія оптимальних рішень*. 2019. № 18. С. 109–115. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/161682/16-Gorbachuk.pdf?sequence=1>
10. Ku-Hsieh C. et al. Energy Efficiency: Indicator, Estimation, and a New Idea. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 12. Art. 4944. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12124944>
11. Показники енергоефективності / Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. 2019. URL: <https://sae.gov.ua/uk/content/energyefficiencyindicators>
12. Методика визначення енергетичної ефективності будівель : затв. Наказом Міністерства регіонально-

го розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 169 від 11 липня 2018 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>

13. Кишакевич Б. Ю., Кубай Р. Ю., Мажаров Д. В. Ефективність діяльності банків: економічна сутність та методи оцінювання. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2016. Вип. 22. С. 200–203. URL: <http://www.vestnik-econom.mgu.od.ua/journal/2016/22-2016/45.pdf>

REFERENCES

- De Melo, C. A., and Jannuzzi, G. "Energy Efficiency Standards for Refrigerators in Brazil: A Methodology for Impact Evaluation". *Energy Policy*, vol. 38, no. 11 (2010): 6545-6550.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.032>
- Horbachuk, V., Shulinok, H., and Syrku, A. "Do vymiruvannya zahalnoi enerhoefektyvnosti derzhav" [To Measuring Economy-Wide Energy Efficiency of Countries]. *Teoriia optimalnykh rishen*, no. 18 (2019): 109-115. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/161682/16-Gorbachuk.pdf?sequence=1>
- Ku-Hsieh, C. et al. "Energy Efficiency: Indicator, Estimation, and a New Idea". *Sustainability*, art. 4944, vol. 12, no. 12 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.3390/su12124944>
- Kyshakevych, B. Yu., Kubai, R. Yu., and Mazharov, D. V. "Efektyvnist diialnosti bankiv: ekonomichna sutnist ta metody otsiniuvannia" [Bank Operating Efficiency: Economic Essence and Methods of Evaluation]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriia «Ekonomika i menedzhment»*, iss. 22 (2016): 200-203. <http://www.vestnik-econom.mgu.od.ua/journal/2016/22-2016/45.pdf>

- [Legal Act of Ukraine] (2018). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>
- [Legal Act of Ukraine] (2021). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
- [Legal Act of Ukraine] (2021). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-p#Text>
- Miketa, A., and Mulder, P. "Energy Productivity across Developed and Developing Countries in 10 Manufacturing Sectors: Patterns of Growth and Convergence". *Energy Economics*, vol. 27, no. 3 (2005): 429-453.
DOI: 10.1016/j.eneco.2005.01.004
- Ozcan, K. M., and Ozkan, A. U. "The Relationship between Energy Efficiency and Economic Performance in G20 Countries". *Topics in Middle Eastern and African Economies Proceedings of Middle East Economic Association*, vol. 20, iss. 1 (2018). http://meeasites.luc.edu/volume20/PDFs/1.1.%20Kivilcim_Metin_Ozcan_EnergyEfficiencyinG20.pdf
- "Pokaznyky enerhoefektyvnosti" [Energy Efficiency Indicators]. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy. 2019. <https://sae.gov.ua/uk/content/energyefficiencyindicators>
- Szafranko, E. "Assessment of the economic efficiency of energy-saving projects, methodology based on simple and compound methods". *Energy Science & Engineering*, vol. 10, no. 2 (2021): 423-438.
DOI: <https://doi.org/10.1002/ese3.1032>
- Tahir, Y. et al. "A Review on Hybrid Energy Storage Systems in Microgrids". In *Proceedings of the 2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*. Sukkur, Pakistan, 2020.
DOI: 10.1109/iCoMET48670.2020.9073919
- Ziolo, M. et al. "Link between Energy Efficiency and Sustainable Economic and Financial Development in OECD Countries". *Energies*, art. 5898, vol. 13, no. 22 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.3390/en13225898>