

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ОБ'ЄДНАНІЙ ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ УКРАЇНИ

Довгалюк О. М., Лазуренко О. П., Саїдов Ш. Н., Яковенко І. С.

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

*Розроблено класифікацію коефіцієнтів ефективності використання відновлюваних джерел енергії та проаналізовані значення основних коефіцієнтів ефективності використання відновлюваних джерел енергії в об'єднаній енергетичній системі України.*

**Постановка проблеми.** У сучасному світі спостерігається стійка тенденція збільшення відсотка вироблення електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Це обумовлено такими чинниками як збереження енергетичних ресурсів, зменшення обсягів шкідливих викидів, можливість забезпечення енергією споживачів віддалених від централізованих енергосистем регіонів, забезпечення резервного електропостачання споживачів, зниження втрат електроенергії при передачі, підвищення енергетичної стабільності країн тощо.

Для України розвиток ВДЕ є також дуже важливим напрямком розвитку енергетики через залежність від імпорту енергоносіїв та досить привабливі умови для розвитку альтернативної енергетики.

Технології виробництва енергії ВДЕ дозволяють застосовувати такі пристрої як для енергосистем, так і для споживачів, в якості яких можуть виступати підприємства і окремі громадяни. З урахуванням цієї особливості у проектах розробки, впровадження та розвитку ВДЕ приймають участь досить різні категорії інвесторів, які зацікавлені в підвищенні ефективності функціонування ВДЕ.

Таким чином, оцінка ефективності використання ВДЕ в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України є актуальною і практично важливою задачею як для окремих споживачів, так і для всієї енергосистеми.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню питань, пов'язаних із застосуванням ВДЕ, присвячено багато робіт. Частина з них досліджує питання забезпечення параметрів режиму і показників якості електричної енергії для електричної мережі з ВДЕ, аналізу особливостей функціонування ВДЕ, а також інтеграції ВДЕ з електричною мережею [1-5]. Розглядаються також питання моделювання ВДЕ та оцінки стабільності і надійності локальних електротехнічних системах з ВДЕ, а також використання технологій Smart Grid для управління режимами мереж з ВДЕ [6-10]. У той же час питанням аналізу ефективності функціонування ВДЕ в умовах енергоринку на сьогоднішній день необхідно приділити більше уваги.

**Мета статті.** Метою проведених досліджень була оцінка ефективності використання ВДЕ в ОЕС України в умовах реформування енергоринку.

**Основні матеріали дослідження.** Загальні світові тенденції розвитку ВДЕ свідчать про поступове та стійке заміщення традиційної генерації відновлюваними джерелами. Так у 2015 р. частка відновлюваної енергетики у нововведених потужностях у світі вперше склала понад 50 %, а у 2016 р. в країнах Європей-

ського Союзу аналогічний показник дорівнював 87 % [11]. Збільшення відсотка вироблення електроенергії ВДЕ відбувається як за рахунок збільшення кількості установок, так і завдяки вдосконаленню технологій вироблення електроенергії. На рис. 1 показана динаміка зміни виробництва електроенергії в світі при використанні різних видів палива [10].

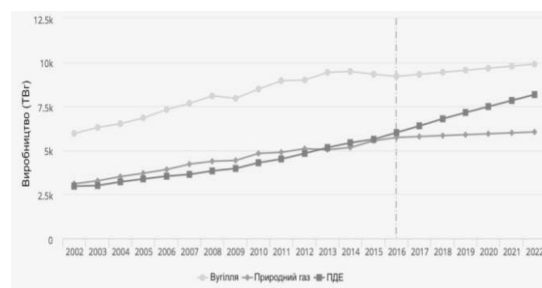


Рисунок 1 – Виробництво електроенергії в світі для різних видів палива

Для України характерні такі ж залежності в розвитку ВДЕ, які закріплені в нормативних документах [11, 12].

До ВДЕ, які застосовуються на території України, відносяться:

- сонячні електростанції (СЕС), що виробляють електричну енергію з використанням фотоелектричних модулів або термодинамічних установок, які дозволяють виробляти також і теплову енергію;
- вітроенергетичні станції (ВЕС), які в Україні розташовуються практично на всій території;
- малі гідроелектростанції (МГЕС), які отримали найбільш широке застосування в малих розподілених системах електропостачання споживачів;
- біоенергетичні установки, що виробляють електричну і теплову енергію з біомаси та біогазу;
- геотермальні установки;
- приливні установки;
- установки переробки твердих побутових відходів.

СЕС знайшли широке застосування на території України, що обумовлено відносною простотою реалізації проектів у порівнянні з іншими технологіями ВДЕ і короткими термінами реалізації проектів (6 місяців разом з проектуванням). На сьогоднішній день сонячна енергетика в Україні характеризується найбільш динамічними темпами розвитку серед ВДЕ. Обсяг виробництва електроенергії СЕС збільшується в середньому на 3,5 % за рік в останні час. Сприятливі

кліматичні умови України (велика кількість сонячних днів і помірна температура повітря) сприяють максимально ефективній роботі СЕС. При цьому термін окупності таких установок становить 5-8 років.

Темпи зростання вітроенергетики в Україні значно менші в порівнянні з сонячною, оскільки ВЕС вимагає чималих капіталовкладень і досить багато часу на реалізацію проекту (2-3 роки). Крім того, ВЕС складніші в установці і вимагають спеціального обслуговування. Слід зазначити, що установка ВЕС виявляється економічно доцільною тільки в місцях, де середньорічні швидкості вітру досить великі.

Встановлені потужності в секторі малої гідроенергетики України ростуть невеликими темпами [11], при цьому потенціал даного сектора ВДЕ дуже значний для України і може бути використаний як в обласних центрах, так і у віддалених важкодоступних районах. Ефективність роботи МГЕС, потужність яких не перевищує 10 МВт, залежить від кліматичних умов. Серед переваг МГЕС слід виділити мінімальний вплив на навколишнє середовище, невеликі інвестиції, малі терміни будівництва (протягом одного сезону) і окупності (до 4 років), а також можливість використання в якості маневрених потужностей при роботі в електроенергетичній системі (ЕЕС).

Біоенергетика в Україні має дуже великий потенціал розвитку, що обумовлено кліматичними умовами, наявністю потужного аграрного сектора і достатньої кількості робочої сили. Високий потенціал мають такі види біомаси як сільськогосподарські культури, відходи деревини, тверді побутові відходи тощо. Найбільший потенціал біоенергетичні установки мають в сфері виробництва тепла. Потужність біоенергетичних установок в Україні невинно збільшується в останні роки. Крім того, установки, що використовують біомасу, можуть забезпечити стабільне виробництво енергії, якщо вони забезпечуються необхідною кількістю енергетичної сировини. Важливим є також екологічний аспект експлуатації таких установок, які можуть допомогти у вирішенні утилізації твердих побутових відходів та стічних вод міських і промислових споживачів. Сучасні технології дозволяють домогтися високої ефективності використання палива (до 90% від потенційної енергії) і оптимального використання встановленої потужності біоенергетичних установок.

Сумарна частка вироблення електроенергії, яка припадає в Україні на геотермальні, приливні і установки переробки твердих побутових відходів дуже мала і часто не береться до уваги при складанні загальних балансів ЕЕС. На міжнародному рівні геотермальна енергетика вважається досить перспективним напрямком розвитку. Практично у всіх регіонах України є значні запаси низькопотенційних термальних вод, які успішно можна використовувати в системах теплопостачання з тепловими насосами, які при незмінній наявності геотермального флюїду в свердловинах гарантують постійне вироблення електричної або теплової енергії. Ефективність використання геотермальних енергетичних технологій є високою і в перспективі цим напрямком в енергетиці України планується приділяти більше уваги [13].

В даний час Україна має достатні ресурси для роботи приливних електростанцій, проте даний напрямок також є лише перспективним.

Загальна характеристика ВДЕ в Україні представлена в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика ВДЕ в Україні (за даними 2017 р.)

Вид генерації	Кількість установок N, шт	Встановлена потужність P <sub>вст</sub> , МВт	Вироблення електроенергії W, млн. кВт·г	Частка в загальному виробленні електроенергії, %
Вітроенергетика	19	328,4	949	0,6
Сонячна енергетика	147	758,4	408	0,5
Мала гідроенергетика	136	94,6	189	0,13
Біоенергетика	27	96,9	352,1	0,1
Всього	329	1278,3	1898,1	1,33

Аналізуючи табл. 1, слід зазначити, що загальний відсоток вироблення електричної енергії з використанням ВДЕ становить 1,33% від сумарного вироблення по ОЕС України.

Ефективність роботи СЕС, ВЕС і МГЕС залежить від багатьох зовнішніх чинників: погода, пора року, забруднення повітря й ін. Потужність вироблення електроенергії для таких ВДЕ прогнозується з певною часткою ймовірності. І не дивлячись на все це згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 року [12] розвитку ВДЕ приділяється велика увага, планується збільшення їх частки в загальній структурі генеруючих потужностей (до 2025 року дана величина повинна скласти 12%, а до 2035 року - 25 % від загального виробітку).

На рис. 2 наведено динаміку зміни генеруючої потужності ОЕС України з використанням ВДЕ за 5 останніх років. Дані для 2018 року враховують стан за перші три місяці.

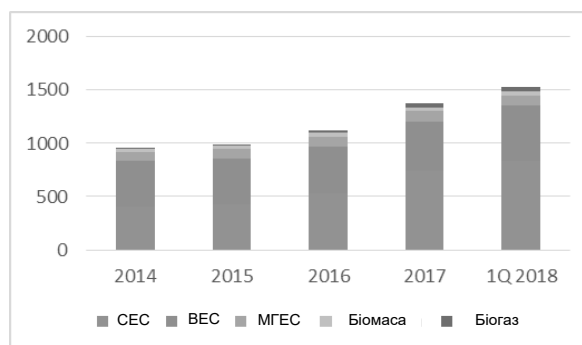


Рисунок 2 – Генеруючі потужності ОЕС України для ВДЕ, МВт

Слід також зазначити, що впровадження ВДЕ супроводжується і певними проблемами, які пов'язані з такими чинниками:

- ВДЕ є досить нестабільними джерелами, залежними від природних та кліматичних умов, через що керування режимами роботи енергосистем, до яких приєднані такі електростанції стає досить складним процесом;

- електричні мережі в Україні були спроектовані з урахуванням лише централізованого електропостачання і мають обмежену пропускну здатність, через що впровадження ВДЕ потребує перевірки й коригування технічних властивостей електричних мереж;

- впровадження ВДЕ в ОЕС України може призвести до погіршення умов функціонування систем релейного захисту і автоматичного регулювання частоти;

- через високу собівартість вироблення електроенергії ВДЕ розвиток альтернативної енергетики та її конкуренція в умовах енергоринку можливі лише за умови державної підтримки.

Важливим стимулюючим фактором в розвитку відновлюваної енергетики України є державна система стимулювання. Ця система включає "зелені" тарифи, які затверджені з прив'язкою до Євро та гарантовані до 2030 року [11]. Запроваджена в Україні система "зелених" тарифів передбачає диференціювання за типом та потужністю ВДЕ, а також за строками введення їх в експлуатацію.

Для оцінки рівня та ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів застосовується багато різних показників [14, 15]. Існують різноманітні їх класифікації, кожна з яких має своє обґрунтування. Для оцінки ефективності використання ВДЕ доцільно використовувати класифікацію показників ефективності, показану на рис. 3.

Критерії ефективності використання ВДЕ застосовуються для вирішення ряду завдань: аналізу умов роботи і вибору заходів щодо підвищення ефективності джерел енергії; зіставлення різних джерел вироблення енергії; обґрунтування вибору місця розташування альтернативного джерела енергії; обґрунтування варіантів розвитку або реконструкції ВДЕ й ін.

Для вирішення перерахованих завдань доцільно використовувати системний підхід, при якому висновок про економічну ефективність може бути зроблений тільки на основі аналізу комплексу кількісних показників, які враховують технічний стан, особливості технологічного процесу, економічні, екологічні та соціальні аспекти вироблення електричної енергії розглядаємими ВДЕ.

Ефективність застосування ВДЕ визначається коефіцієнтом тривалості роботи

$$k_T = \frac{T_p}{8760}, \quad (1)$$

де  $T_p$  – тривалість роботи ВДЕ, яка може визначатися за виразом

$$T_p = 8760 \cdot (p_m - 0,1), \quad (2)$$

де  $p_m$  – забезпеченість ресурсами станції для забезпечення розрахункового значення встановленої потужності.



Рисунок 3 – Класифікація коефіцієнтів ефективності використання ВДЕ

Кількість годин використання встановленої потужності для ВДЕ

$$T_{вст} = \frac{W}{\sum_{a=1}^N n_a \cdot P_a}, \quad (3)$$

де  $W$  – річний виробіток електроенергії станцією;  
 $P_a$  – потужність одного агрегату  $a$ -го типу;  
 $n_a$  – кількість агрегатів  $a$ -го типу на станції;  
 $N$  – кількість типів агрегатів.

Значення коефіцієнта використання встановленої потужності ВДЕ визначається виразом

$$k_{вст} = \frac{W_{вироб}}{W_{вироб \max}}, \quad (4)$$

де  $W_{вироб}$  – кількість електроенергії, дійсно вироблене станцією за досліджуваний період часу;

$W_{вироб\ max}$  – найбільша можлива вироблення електроенергії при роботі електростанції з повною встановленою потужністю протягом усього періоду часу.

Для оцінки ефективності застосування маневреної потужності ВДЕ при роботі в ЕЕС доцільно застосувати коефіцієнт ефективності покриття графіка навантаження в годину пік, який визнається за виразом

$$k_{енгн} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{P_{ВДЕ}(t)}{P_{нік\ ЕЕС}(t)}}{T}, \quad (5)$$

де  $T$  – тривалість досліджуваного інтервалу часу;

$P_{ВДЕ}(t)$  – потужність, що видається ВДЕ в годину пік навантаження ЕЕС в момент часу  $t$ ;

$P_{нік\ ЕЕС}(t)$  – пікова потужність навантаження ЕЕС в момент часу  $t$ , яка представляє собою різницю між сумарною потужністю навантаження ЕЕС в момент часу  $t$   $P_{\Sigma\ ЕЕС}(t)$  і потужністю базової частини графіка навантаження ЕЕС в момент часу  $t$   $P_{баз\ ЕЕС}(t)$

$$P_{нік\ ЕЕС}(t) = P_{\Sigma\ ЕЕС}(t) - P_{баз\ ЕЕС}(t). \quad (6)$$

Одним з найбільш інформативних економічних показників, який дозволяє оцінити ефективність використання ВДЕ, є коефіцієнт загальної ефективності

$$k = \frac{D_p}{K}, \quad (7)$$

де  $D_p$  – річний дохід при роботі ВДЕ;

$K$  – капітальні вкладення в будівництво ВДЕ.

Важливою економічною характеристикою застосування ВДЕ є також чистий прибуток за період часу  $t$

$$NP_t = B_{EEt} - B_{\Sigma t}, \quad (8)$$

де  $B_{EEt}$  – вартість електричної енергії, виробленої ВДЕ за період часу  $t$ ;

$B_{\Sigma t}$  – сумарні витрати виробництва ВДЕ при виробленні електричної енергії за період часу  $t$ .

Вартість виробленої електроенергії визначається відповідно до затверджених правил ринку [16] за виразом

$$B_{EE} = \sum_t B_{EEt} = \sum_t W_{EEt} \cdot C_{EEt}, \quad (9)$$

де  $W_{EEt}$  – кількість електричної енергії, виробленої джерелом енергії для розрахункового періоду  $t$ ;

$C_{EEt}$  – вартість електричної енергії, виробленої відповідним ВДЕ з урахуванням балансування для розрахункового періоду  $t$ , яка визначається відповідно до [16];

$T$  – тривалість досліджуваного інтервалу часу.

В якості додаткового критерію ефективності використання ВДЕ можна розглянути неенергетичний дохід, який визначається можливістю збільшення прибутковості об'єкта відновлюваної енергетики за рахунок реалізації деяких побічних продуктів або ефектів. Величина неенергетичного доходу розраховується за формулою

$$D^{HE} = \sum_{g=1}^G D_g^{HE}, \quad (10)$$

$$D_g^{HE} = C_g \cdot \Pi_g, \quad (11)$$

де  $D_g^{HE}$  – неенергетичний дохід від реалізації побічного продукту або ефекту  $g$ ;

$C_g$  – ринкова ціна побічного продукту або ефекту  $g$ ;

$\Pi_g$  – обсяг виробленого побічного продукту або ефекту  $g$ ;

$G$  – кількість вироблених побічних продуктів або ефектів.

Сумарні витрати виробництва враховують технологічні та організаційні особливості роботи ВДЕ і визначаються виразом

$$B_{\Sigma} = \sum_{t=1}^T B_{\Sigma t} = \sum_{t=1}^T (B_{nt} + B_{\text{дм}t} + B_{\text{зт}t} + B_{\text{зот}t} + B_{\text{знт}t} + B_{\text{інт}t} + \sum_{k=1}^K (B_{\text{ак}t} + B_{\text{пок}t} + B_{\Delta Wkt})) \quad (12)$$

де  $B_{nt}$  – витрати на паливо за період часу  $t$ ;

$B_{\text{дм}t}$  – витрати на допоміжні матеріали за період часу  $t$ ;

$B_{\text{зт}t}$  – загальномережеві витрати за період часу  $t$ , до яких відносяться витрати на утримання будівель та споруд загального призначення, апарату управління і загальних служб тощо;

$B_{\text{зот}t}$  – витрати на послуги своїх допоміжних виробництв і послуги зовнішніх організацій за період часу  $t$ ;

$B_{\text{знт}t}$  – витрати на заробітну плату за період часу  $t$ ;

$B_{\text{інт}t}$  – інші витрати за період часу  $t$ , до яких відносяться витрати з охорони праці, на спеодяг, опалення, освітлення виробничих будівель тощо;

$B_{\text{ак}t}$ ,  $B_{\text{пок}t}$  – витрати на амортизацію, ремонт та поточне обслуговування  $k$ -го елемента ВДЕ за період часу  $t$ ;

$B_{\Delta Wkt}$  – витрати, пов'язані з втратами електроенергії у  $k$ -ому елементі ВДЕ за період часу  $t$ .

Собівартість виробництва електричної енергії для ВДЕ за період часу  $t$  визначається відповідно до виразу

$$S_{EEt} = \frac{B_{\Sigma t}}{W_{EEt}}. \quad (13)$$

Термін окупності ВДЕ представляє собою кількість років, за які повертаються первинні інвестиції [17], і визначається з урахуванням дисконтування

$$T_{ок} = \sum_{t=1}^T \frac{IC_t / (1+r)^t}{NP_t + P_t + A_t}, \quad (14)$$

де  $IC_t$  – інвестиції у проект в період часу  $t$ ;

$r$  – величина ставки дисконту;

$P_t$  – відсотки за кредит (позика капіталу) в період часу  $t$ ;

$A_t$  – амортизаційні відрахування в період часу  $t$ ;

$T$  – кількість періодів при реалізації проекту будівництва та впровадження ВДЕ.

Оцінка екологічних збитків здійснюється за допомогою коефіцієнтів викидів

$$k_{ij} = \frac{Q_{ij}}{Q_{доп\ ij}}, \quad (15)$$

де  $i$  – вид викидів;  $j$  – вид палива;

$Q_{ij}$  – обсяг фактичних викидів  $i$ -го виду для  $j$ -го виду палива;

$Q_{доп\ ij}$  – допустимий обсяг викидів  $i$ -го виду для палива виду  $j$ .

Розрахунок обсягів викидів в атмосферу проводиться за питомими показниками викидів

$$Q_{ij} = q_{ij} \cdot W_j, \quad (16)$$

де  $W_j$  – обсяг палива виду  $j$ , що спалюється.

Значення для деяких з розглянутих показників ефективності, визначені для ВДЕ України, показані на рис. 4 - рис. 7.

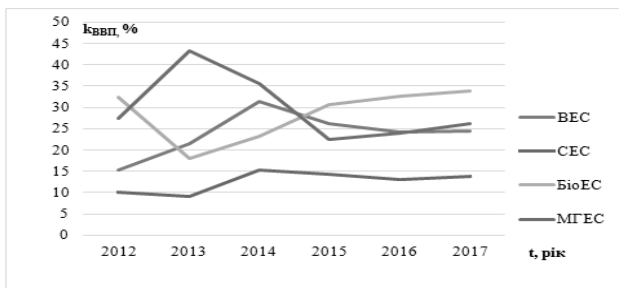


Рисунок 4 – Коефіцієнт використання встановленої потужності для ВДЕ

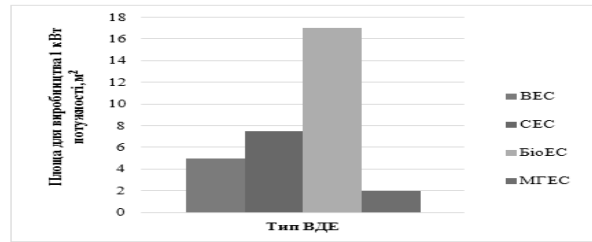


Рисунок 5 – Площа для виробництва 1 кВт потужності різними ВДЕ

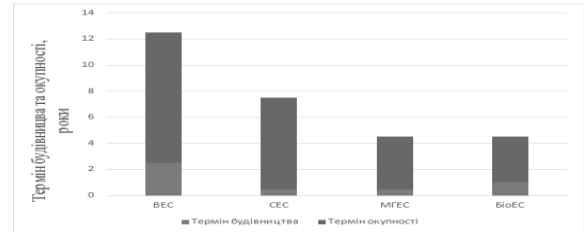


Рисунок 6 – Термін будівництва та окупності ВДЕ

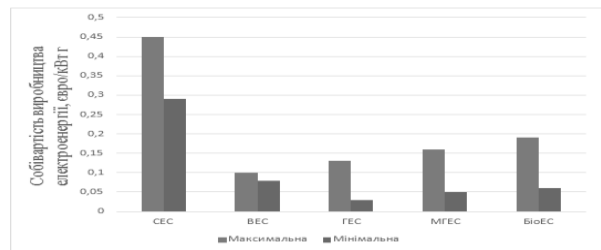


Рисунок 7 – Собівартість виробництва електроенергії ВДЕ в Україні

Аналізуючи отримані дані, слід зазначити, що МГЕС при незначній займаній площі характеризуються високими значеннями коефіцієнтів використання встановленої потужності. СЕС, володіючи меншими за величиною значеннями коефіцієнтів використання встановленої потужності, стають все поширенішими за рахунок короткого терміну будівництва, швидкої окупності і простоти експлуатації.

У різних умовах експлуатації кожен з видів ВДЕ з максимальним урахуванням їх індивідуальних характеристик і особливостей роботи може бути доцільний для використання при покритті потреб споживачів. Застосування розглянутих ВДЕ є перспективним для використання в ОЕС України в різних умовах.

**Висновки.** Розглянуті основні особливості застосування та перспективи розвитку ВДЕ для ОЕС України, які полягають в поступовому та стійкому заміщенні традиційної генерації відновлюваними джерелами. Найбільшу частку серед ВДЕ в Україні становлять вітрові та сонячні електростанції, проте природний та технічний потенціал України свідчить про сприятливі умови для розвитку майже всіх видів ВДЕ.

Важливим фактором в розвитку відновлюваної енергетики України є державна система стимулювання, яка включає "зелені" тарифи, що диференційовані за типом та потужністю ВДЕ, а також за строками введення їх в експлуатацію.

Розглянуто основні коефіцієнти ефективності використання ВДЕ, із застосуванням яких виконана оці-

нка ефективності використання відновлюваної енергетики для ОЕС України. Аналіз отриманих результатів свідчить про тенденцію підвищення ефективності роботи енергосистеми при збільшенні частки ВДЕ в загальному виробленні електроенергії, що також сприятиме підвищенню надійності і стійкості роботи ОЕС України.

### Список використаних джерел

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні / С. О. Кудря // Вісник Національної академії наук України. – 2015. – № 12. – С. 19-26.

2. Козирський В. В. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / В. В. Козирський, Ю. І. Тугай, В. М. Бодунов, О. В. Гай // Технічна електродинаміка. – 2011. – № 5. – С. 63-67.

3. Кириленко О. В. Проблеми інтеграції відновлюваних джерел електроенергії в "слабкі" електричні мережі / О. В. Кириленко, В. В. Павловський, Л. М. Лук'яненко, І. В. Трач // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 3. – С. 25-26.

4. Мельник О. А. Задачі інтеграції відновлюваних джерел енергії в енергомережу / О. А. Мельник // Міжнародний науково-технічний журнал молодих учених, аспірантів і студентів "Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики, НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського". – 2016. – С. 452.

5. Череп А. В. Доцільність використання альтернативної енергетики на промислових підприємствах / А. В. Череп, Д. М. Пензєва // Вісник Запорізького національного університету. – 2015. – № 1 (25). – С. 27-33.

6. Кравчишин В. С. Моделювання енергетичного потенціалу вітрової електричної станції / В. С. Кравчишин, М. О. Медиковський, М. О. Галушак // Вісник Національний університет "Львівська політехніка". – 2016. – № 1 (854). – С. 80-87.

7. Попов В. А. Особенности анализа надежности воздушных распределительных сетей с источниками распределенной генерации / В. А. Попов, В. В. Ткаченко, Саид Банузаде Сахрагард, А. А. Журавлев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 3/8 (75). – С. 26-32.

8. Козирський В. В. Ефективність роботи фотоелектричних перетворювачів як елементів smart-grid систем / В. В. Козирський, О. В. Гай, О. А. Велігорський // Енергетика і автоматика / Електронне наукове фахове видання. – 2012. – № 4. – Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2012\\_4/12bvibva.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2012_4/12bvibva.pdf).

9. Шулима О. В. Використання інформаційних технологій для імплементації відновлюваних джерел енергії в енергосистему / О. В. Шулима, В. В. Шендрік, Ю. В. Парфененко, Н. А. Федотова // Комунальне господарство міст. – 2014. – № 118(1). – С. 159-166.

10. Стан і перспективи розвитку технологій "інтелектуальних" електромереж, управління попитом та систем режимного управління в умовах розвитку поновлюваних джерел енергії у зарубіжній енергетичній

сфері. Режим доступу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/04/1.-Stan-rozvytku-smart-grid.pdf>.

11. Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні. Режим доступу: <http://energymagazine.com.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai-ni.pdf>.

12. Енергетична стратегія України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність". Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>.

13. Статистична інформація щодо об'єктів альтернативної електроенергетики, яким встановлено "зелений" тариф за 2017 рік станом на 01.01.2018 р. Режим доступу: [http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo\\_pidpnyemstva/stat\\_info\\_zelenyi\\_taryf/2017/stat\\_zelenyi-taryf.12-2017.pdf](http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo_pidpnyemstva/stat_info_zelenyi_taryf/2017/stat_zelenyi-taryf.12-2017.pdf).

14. Рубан-Максимець О. О. Особливості розрахунку показників енергетичної ефективності на базі статистичної звітності України / О. О. Рубан-Максимець // Проблеми загальної енергетики. – 2009. – № 20. – С. 21-26.

15. Микитюк П. П. Інноваційний менеджмент. Навчальний посібник / П. П. Микитюк. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 400 с.

16. Правила ринку. Затверджено Постановою НКРЕКП № 307 від 14.03.2018. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0307874-18>.

17. Захарченко В. І. Інноваційний менеджмент. Теорія і практика в умовах трансформації економіки / В. І. Захарченко, Н. М. Корсикова, М. М. Меркулов. – Видавництво "Центр навчальної літератури". – 2012. – 448 с.

### Аннотация

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УКРАИНЫ

Довгалюк О. Н., Лазуренко А. П., Саидов Ш. Н., Яковенко И. С.

*Разработана классификация коэффициентов эффективности использования возобновляемых источников энергии и проанализированы значения основных коэффициентов эффективности использования возобновляемых источников энергии в объединенной энергетической системе Украины.*

### Abstract

#### EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE UNITED ENERGY SYSTEM OF UKRAINE

O. Dovgalyuk, A. Lazurenko, Sh. Saidov, I. Yakovenko

*The classification of the coefficients of the efficiency of using renewable energy sources has been developed and the values of the main coefficients of the efficiency of using renewable energy sources in the united energy system of Ukraine have been analyzed.*