

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2025. № 5.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.5.52>

УДК 330.3

С. В. Кальний,

*к. е. н., доцент кафедри менеджменту інноваційної
та інвестиційної діяльності,*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0966-9320>

Т. С. Овчаренко,

*к. е. н., доцент кафедри менеджменту інноваційної
та інвестиційної діяльності,*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0000-0671>

РОЗВИТОК РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

S. Kalnyi,

PhD in Economics, Associate Professor,

Department of Management Innovation and Investment Activity,

Taras Shevchenko National University of Kyiv

T. Ovcharenko,

PhD in Economics, Associate Professor,

Department of Management Innovation and Investment Activity,

Taras Shevchenko National University of Kyiv

DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED GENERATION AS A KEY FACTOR OF SUSTAINABILITY OF THE UKRAINIAN ENERGY SYSTEM

Стаття присвячена комплексному аналізу передумов, специфіки та напрямів розвитку розподіленої генерації в контексті підвищення стійкості енергосистеми України під час війни. Досліджено сутність та характерні риси розподіленої генерації. Систематизовано поняття «розподілена генерація» згідно Директиви (ЄС) 2019/944 та досліджень національних і іноземних науковців, що займалися даною проблематикою. Узагальнено поняття відновлюваних та невідновлюваних джерел енергії. Описано розвиток екологічно чистої енергетики в контексті економіки сталого розвитку. Проаналізовано структуру генерації електроенергії в Україні до початку повномасштабного вторгнення росії в Україну. Зазначені основні перевагами використання розподіленої генерації для енергосистеми України, яка зазнала значних руйнувань у результаті масованих обстрілів об'єктів енергетичної інфраструктури. Визначено переваги та проблеми розвитку розподіленої генерації в Україні. Обґрунтовано основні пріоритети розвитку розподіленої генерації в Україні в умовах війни.

The article is devoted to a comprehensive analysis of the prerequisites, specifics and directions of development of distributed generation in the context of increasing the resilience of the Ukrainian energy system during the war. The essence and characteristic features of distributed generation are studied. The concept of “distributed generation” is systematized in accordance with Directive (EU) 2019/944 and research by national and foreign scientists who have dealt with this issue. The concepts of renewable and non-renewable energy sources are generalized. The development of environmentally friendly energy in the context of the economy of sustainable development is described. The structure of electricity generation in Ukraine before the start of the full-scale Russian invasion of Ukraine is analyzed. The main advantages of using distributed generation for the Ukrainian power system, which suffered significant destruction as a result of massive shelling of energy infrastructure facilities, are indicated.

The development of “green” generation for the period from 2010 to 2020 in Ukraine is studied. The analysis of the structure of electricity generation in Ukraine in 2020 was carried out. The principles and technologies for developing distributed generation from various sources of energy generation were characterized. The problem of means of accumulating and storing generated energy was described. The legislation of Ukraine on stimulating the development of distributed generation through the mechanism of implementing financial support programs for households and businesses was characterized.

The necessary conditions that should ensure the acceleration of the development of distributed generation in Ukraine were developed and described. The advantages and problems of the development of distributed generation in Ukraine were identified.

Conclusions were made on the urgent solution of the extremely relevant and important task of developing distributed generation in the territory of Ukraine. This task can be accomplished through the implementation of specific measures: appropriate legislative support, effective state support, active participation of local authorities, legal entities and individuals. It is necessary to use foreign experience in implementing distributed generation systems, develop innovative approaches to financing and managing such systems, as well as provide access to the latest distributed generation technologies based on the use of energy from renewable sources. The main priorities for the development of distributed generation in Ukraine in wartime conditions are substantiated.

Ключові слова: *цілі сталого розвитку; відновлювальні джерела енергії; розподілена генерація; розподілені енергетичні ресурси; децентралізована система генерації та розподілу електроенергії.*

Keywords: *sustainable development goals; renewable energy sources; distributed generation; distributed energy resources; decentralized system of electricity generation and distribution.*

Постановка проблеми. Необхідність розвитку в Україні відновлювальної енергетики є однією із нагальних потреб вітчизняної економіки, що є складовою цивілізаційного вибору світового співтовариства, яка спрямована на захист навколишнього середовища, зменшення використання викопних ресурсів, забезпечення споживачів екологічно чистою енергією з відновлюваних джерел. Як відзначається в інтегрованому звіті ДТЕК [3], майбутнє енергетики на сьогодні визначають чотири ключові глобальні тренди: декарбонізація, децентралізація, цифровізація та ЕСК (екологічне, соціальне та корпоративне управління - англ. *Environmental, Social, and Corporate Governance, ESG*).

Україна рухається в потрібному напрямку, однак, в умовах повномасштабної агресії росії у результаті знищення значної частини енергосистеми країни питання щодо глибокої трансформації енергетичної галузі відповідно до глобальних трендів стало таким, що потребує негайного вирішення. Впровадження проєктів розподіленої генерації та створення в Україні децентралізованої системи генерації та розподілу електроенергії мають допомогти вирішити як тактичні завдання – підвищити стійкість енергосистеми в умовах війни, так і стратегічні – досягти цілей сталого розвитку разом з іншими членами Європейського співтовариства.

Створення в Україні децентралізованої системи генерації та розподілу електроенергії є складною і багатоаспектною проблемою, яка потребує відповідного законодавчого забезпечення, зусиль фахівців багатьох галузей, ґрунтовного вивчення досвіду інших країн для трансформації його в українські реалії, а також системного підходу до дослідження сутності та механізмів функціонування як розподіленої генерації, так і децентралізованої системи генерації та розподілу електроенергії в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Робіт вітчизняних науковців, присвячених економічним проблемам трансформації енергетичної галузі на основі децентралізації та використання розподіленої генерації не так багато. Значно більше робіт технічного спрямування. Зокрема, технічні аспекти функціонування джерел розподіленої

генерації, в тому числі в якості елементів концепції «Smart Grid», що передбачає системну модернізацію галузі, досліджуються в роботах Кириленка О.В. [6], Павловського В.В. [6], Лук'яненка Л.М. [6], Федорейка В. С., Праховника А. В.

В роботах Боброва Є.А., Амоші О.І., Микитенка В.В., Теліженка О.М., Шашкова С.В., Сохацької О.М. розглянуто проблеми, пов'язані з використанням елементів розподіленої генерації та розумних мереж в децентралізованих енергосистемах. Зокрема, досліджено вплив розподіленої генерації на економічну стійкість енергосистем та безпеку держави, надано рекомендації щодо формування нової енергетичної моделі повоєнної України на основі впровадження розподіленої генерації та щодо функціонування біржового ринку електроенергії, інтегрованого у європейський.

Однак, поглибленому аналізу сутності та змісту поняття розподіленої генерації, розробці проектів розподіленої генерації в контексті створення в Україні децентралізованої системи генерації та розподілу електроенергії не приділено достатньої уваги.

Постановка завдання. Метою статті є комплексний аналіз сутності, специфіки та складових розподіленої генерації, що є основою децентралізованої системи генерації та розподілу електроенергії, проблема створення якої в Україні є вкрай актуальною, враховуючи руйнації, завдані війною енергетичній системі нашої країни, і критичну потребу в джерелах генерації, розпорошених по великій території, отже, більш захищених від руйнування.

Виклад основного матеріалу. Незважаючи на глибокі фінансові кризи, воєнні конфлікти, війни, екологічні катастрофи, які відбуваються в різних куточках планети, людство рухається вперед згідно цілей сталого розвитку, ухвалених Генеральною Асамблеєю ООН 25 вересня 2015 року і вирішення яких має допомогти ліквідувати бідність, забезпечити мир і процвітання для людей в усьому світі [1]. Одним з напрямків забезпечення сталого життєстійкого розвитку стало стимулювання розвитку екологічно чистої енергетики, що базується на енергії відновлюваних джерел (сонця,

вітру, води, біомаси, тощо) і не лише сприяє збереженню навколишнього середовища та природних ресурсів, але й стимулює зростання.

Статистичні дані, наведені в звітах Міжнародного енергетичного агентства (англ. *International Energy Agency, IEA*) свідчать про суттєве зростання виробництва енергії з відновлюваних джерел протягом останнього десятиліття. Так, станом на 2011 рік понад 20 % енергії, що вироблялася у світі, походило з відновлюваних джерел, - у 2022 році відновлювані джерела енергії забезпечили 30% електроенергії, виробленої в усьому світі. До 2030 року ця частка може зрости майже до 50% [2]. В Україні розвиток «зеленої» генерації протягом 2010-2020 р.р. також суттєво змінив структуру генерації електроенергії (табл. 1). Протягом десятиліття частка відновлюваних джерел (ГЕС, СЕС та ВЕС) в структурі генерації електроенергії зросла більш ніж у 2 рази з 8,8% у 2010 р. до 20,4% у 2020 р. (рис.1), при цьому загальний обсяг генерації зріс на 2,2%. У 2020 р. вперше в Об'єднаній енергетичній системі України було зафіксовано, що вітрові та сонячні електростанції в окремі години виробили більше електроенергії, ніж ТЕС [3].

Таблиця 1. Зміна встановленої потужності Об'єднаної енергосистеми України протягом 2010-2020 р.р., МВт.

Тип	2010 р.	2012 р.	2014 р.	2016 р.	2018 р.	2020 р.
АЕС атомні електростанції	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835
ГК ТЕС енергогенеруючі компанії теплових електростанцій	27 347	27 408	27 700	24 565	21 842	21 842
ТЕЦ теплоелектроцентралі	6 426,9	6 482,8	6 599,3	5 946,8	6 099,5	6 069,6
ГЕС гідроелектростанції	4 596,9	4 609,7	4 668,2	4 711	4 731,7	4 812,5
ГАЕС гідроакумулявальні електростанції	861,5	861,5	1 185,5	1 509,5	1 509,5	1 487,8
СЕС сонячні електростанції	8,1	317,8	582	457,9	1 224,8	5 153,9
ВЕС вітрові електростанції	86,2	262,8	508,7	300,4	389	1 109,7
Всього:	53 161,60	53 777,60	55 078,70	51 325,60	49 631,50	54 310,50

Джерело: складено авторами на основі [3].

Енергетичні установки, які використовують відновлювані джерела енергії (сонячні панелі, малі вітряні турбіни, станції, що спалюють біомасу тощо), є складовими, так званої, розподіленої генерації (англ. *distributed generation*), яка в літературних джерелах ще може згадуватись як децентралізована чи розпорошена генерація. Існують різні підходи до визначення поняття розподіленої генерації. В одних джерелах акцентується увага на потужності енергетичних установок, які можуть функціонувати в системі розподіленої генерації, в інших – на можливостях споживачів, які можуть бути як виробниками, так і продавцями електроенергії. Нерідко такі різні підходи обумовлюються різною спеціалізацією фахівців, які досліджують та розробляють окремі ресурси і технології (в тому числі фінансові) розподіленої генерації.

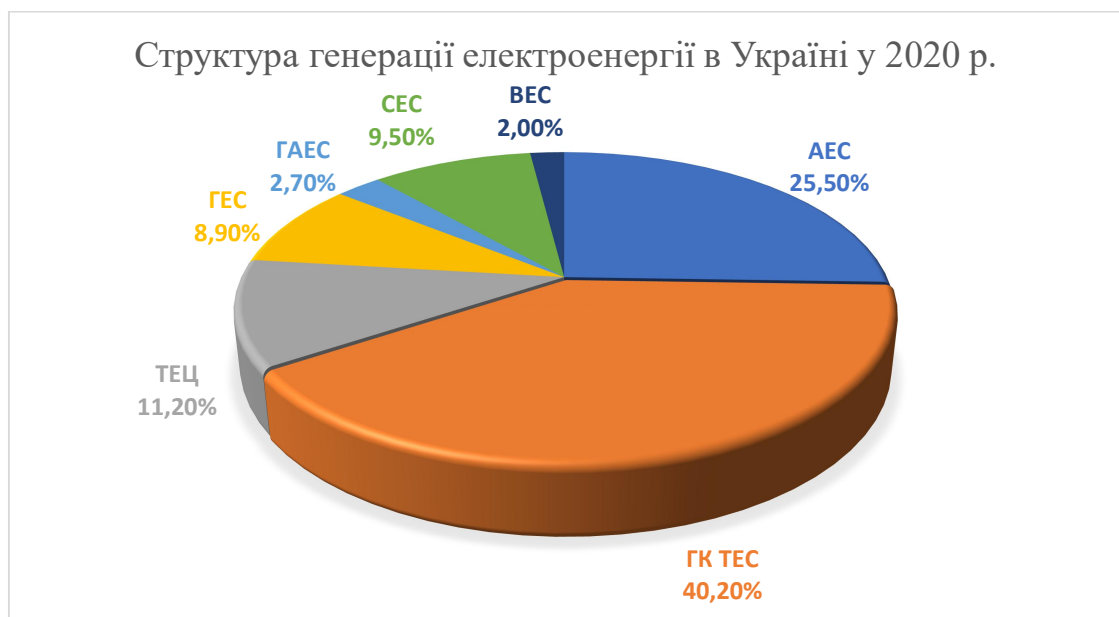


Рис.1 Структура генерації електроенергії в Україні у 2020 р.
Джерело: складено авторами на основі [3].

Згідно Директиви (ЄС) 2019/944 термін «розподілена генерація» означає генеруючі установки, приєднані до системи розподілу [4]. Законом України «Про ринок електричної енергії» розподілена генерація визначається як електростанція встановленої потужності 20 МВт та менше, приєднана до системи розподілу електричної енергії [5]. Слід зауважити, що таке обмеження не є загальноприйнятим, в різних країнах законодавством чи

нормативними документами встановлюються досить різні максимальні потужності джерел розподіленої генерації - від кількох МВт до 100 МВт.

В роботі [6], присвяченій технічним аспектам впровадження джерел розподіленої генерації в електричних мережах, розподілена генерація визначається як джерела електричної енергії, «з'єднані безпосередньо з розподільною електричною мережею або підключені до такої мережі зі сторони електроспоживачів». Автори дослідження [7], аналізуючи різні підходи до визначення розподіленої генерації, приходять до висновку, що в літературі загальноприйнятим є визначення розподіленої генерації як генеруючої станції, підключеної безпосередньо до мережі на рівні розподільної напруги або на стороні споживача електроенергії.

В дослідженні [8] під розподіленою генерацією розуміють систему виробництва та передачі енергії, що передбачає велику кількість споживачів, які є виробниками електрики та тепла для власних потреб і в той же час мають можливість передавати надлишки виробленої енергії до загальної мережі. Автори роботи [9] визначають розподілену генерацію як генерацію з використанням різних технологій, приєднану до розподільчих мереж або за лічильником споживача, «що може використовуватися для самозабезпечення, а також для участі в ринках електроенергії».

Як бачимо, останні визначення певним чином узагальнюють попередні і свідчать про підхід до визначення поняття розподіленої генерації, який можна знайти у багатьох працях іноземних науковців. Зокрема, в роботі [10] розподілена генерація — це будь-яка невелика технологія виробництва електроенергії, що забезпечує електроенергію на місці споживача або поблизу нього і забезпечує також або з'єднання з системою розподілу, або ж безпосередньо з об'єктами замовника. Розподілену генерацію можна розглядати як модульне виробництво або зберігання електроенергії, розташоване поблизу точки використання. При цьому джерела електричної енергії можуть бути або підключеними до розподільної мережі безпосередньо, або зі сторони споживача.

Отже, розподілена генерація – це виробництво електроенергії за допомогою різних технологій джерелами електричної енергії, які підключені до розподільчої мережі безпосередньо або зі сторони електроспоживачів. Використання технологій розподіленої генерації забезпечує виробництво електроенергії, її накопичення та зберігання, а також збалансування попиту в електромережах шляхом заохочення споживачів за допомогою цін чи грошових стимулів.

Технології розподіленої генерації можна поділити на ті, що базуються на використанні енергії з відновлюваних джерел, і ті, що пов'язані з використанням невідновлюваних джерел енергії. Згідно [4] відновлювана енергія – це енергія з відновлюваних невикопних джерел, а саме вітрова, сонячна (сонячна теплова та сонячна фотоелектрична), геотермальна, гідроелектрична; енергія навколишнього середовища, енергія припливів, хвиль та інша енергія океану, гідроелектрична енергія, енергія біомаси, газу зі звалищ, газу каналізаційних очисних споруд та біогазу. Вітрова, сонячна та гідроелектрична енергії використовуються як для виробництва електроенергії сонячними, вітровими та гідроелектростанціями, що входять до складу об'єднаної енергосистеми країни, так і в роботі джерел розподіленої генерації: сонячних панелей, вітряків, міні-гідроелектростанцій, максимальна потужність яких, як правило, встановлюється законодавством.

Технології, що базуються на використанні невідновлюваних джерел енергії (нафта, природний газ, вугілля) використовуються в системах розподіленої генерації меншою мірою. Однак, в Україні, в умовах війни використання невідновлюваних джерел, яке приводить до суттєвого зростання вартості виробленої електроенергії і забруднення навколишнього середовища, залишається доцільним, оскільки в критичних ситуаціях надає можливість оперативно забезпечити функціонування об'єктів інфраструктури, бізнесу та домогосподарств. При цьому в результаті розосередження і великої кількості джерел електроенергії, енергосистема стає менш вразливою до руйнування. Слід зауважити, що використовувані на

сьогодні генератори, сонячні панелі, когенераційні установки тощо, є, переважно, лише елементами розподіленої генерації, оскільки, навіть з'єднані між собою, ці джерела енергії часто не підключені до розподільчих мереж і не надають можливості користувачам накопичувати, зберігати електроенергію та реагувати на попит.

Технології розподіленої генерації, що базуються на використанні невідновлюваних джерел енергії, хоч і використовуються менше, однак, відіграють важливу роль в забезпеченні ефективного функціонування енергосистем багатьох країн [11]. Такі технології використовуються у віддалених районах, де відсутнє централізоване електропостачання, у місцях, де відновлювані джерела не можуть забезпечити на стабільній основі достатнього рівня генерації енергії, а також у містах для часткового задоволення попиту в години пікових навантажень. Основними і найбільш доступними пристроями для виробництва електроенергії, які працюють на викопному паливі є двигуни внутрішнього згоряння, парові двигуни та мікротурбіни. Оскільки розміри і потужність таких пристроїв відносно невеликі, викиди забруднюючих речовин і витрати на паливо не є значними.

Джерела енергії в системах розподіленої генерації разом з засобами накопичення та зберігання енергії утворюють, так звані, розподілені енергетичні ресурси (англ. *distributed energy resources*), які можуть використовуватись для управління попитом, зокрема для балансування добового графіку навантаження мереж та надання інших додаткових послуг. В якості розподілених енергетичних ресурсів можуть виступати сонячні панелі, вітрогенератори, когенераційні установки, мінігідроелектростанції, станції, що спалюють біомасу, дизельні генератори, парові двигуни, акумуляторні системи зберігання електроенергії тощо. У частині пристроїв розподіленої генерації можуть використовуватись для роботи як викопні види палива, так і відновлювані джерела енергії (біогаз, газ зі звалищ тощо).

Засоби накопичення та зберігання енергії забезпечують відкладення кінцевого використання електроенергії на момент пізніший, ніж коли вона

була вироблена, або перетворення її у форму, яку можна зберігати, зберігання такої енергії та подальше перетворення назад в електроенергію. Накопичена електроенергія використовується при потребі споживачами або реалізується на ринку. Управління виробництвом, зберіганням, розподілом та продажем електроенергії на ринку, збалансування попиту споживачів на електроенергію, використання для цього пільгових цін або грошових стимулів здійснюються з використанням розумних мереж та мережевих технологій, які уможливають цифровізацію й автоматизацію всіх процесів у таких мережах.

Основними перевагами використання розподіленої генерації є:

- зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище, зокрема, зниження викидів і відходів при виробництві електроенергії;
- підвищення надійності енергосистеми та покращення якості електроенергії;
- зменшення вразливості енергосистеми до природних катастроф, антропогенних факторів, тероризму та підвищення стійкості інфраструктури;
- підвищення безпеки енергопостачання, зменшення залежності від імпорту викопного та ядерного палива;
- забезпечення аварійного живлення;
- зменшення втрат електроенергії внаслідок близького розташування джерел генерації до споживача;
- зниження вартості електроенергії при використанні відновлюваних джерел енергії;
- можливість отримання прибутку від реалізації заощадженої енергії;
- швидке будівництво об'єктів розподіленої генерації порівняно із традиційними генеруючими потужностями;
- можливості надання додаткових послуг, зокрема, щодо компенсування реактивної енергії та балансування, що приводить до зменшення потреби у створенні додаткових балансуючих потужностей [12].

Для України, енергетична система якої зазнала значних руйнувань у результаті масованих обстрілів об'єктів енергетичної інфраструктури, можемо додатково вказати на такі переваги використання розподіленої генерації:

- забезпечення енергонезалежності споживачів, можливість електро-, тепло- і водопостачання у разі відсутності напруги в централізованих мережах;

- розосередженість і значна кількість джерел електроенергії, що знижує потенційний ризик втрат у разі ворожих атак;

- зниження навантаження на магістральні та розподільні електромережі;

- підвищення безпеки постачання електроенергії, як наслідок близького розташування джерел генерації до споживача;

- забезпечення тепло- й електропостачання споживачів населених пунктів, на території яких експлуатація застарілого обладнання трансформаторних підстанцій та елементів ліній електропередач призводить до частих перепадів напруги, аварійних і обмежувальних відключень;

- стимулювання діяльності у суміжних галузях (інформаційних та інноваційних технологій, фінансового інжинірингу, менеджменту тощо);

- збільшення інвестицій у місцеві громади.

Для реалізації проектів розподіленої генерації необхідною є участь висококваліфікованих кадрів та залучення значної кількості працівників різної кваліфікації на рівні місцевих громад. Такі проекти потребують значних капіталовкладень і мають тривалий період окупності. Однак, нагальна потреба в розвитку розподіленої генерації з одного боку та постійне зниження вартості технологій відновлюваних джерел енергії, інноваційні фінансові механізми, фінансова підтримка держави з іншого, роблять такі проекти більш доступними для реалізації для будь-яких учасників енергетичного ринку.

На сьогодні в Україні з метою стимулювання розвитку розподіленої генерації Урядом запроваджено програми фінансової підтримки для домогосподарств, бізнесу, ОСББ та житлових кооперативів. Зокрема, фізичні особи, які бажають купити сонячні, вітрові електростанції разом із системами накопичення електроенергії, можуть отримати безвідсотковий кредит до 480 тисяч гривень терміном до 10 років. ОСББ та житлово-будівельні кооперативи на придбання та встановлення сонячних панелей, інверторів, систем зберігання електроенергії можуть отримати кредит до 5 млн. грн. терміном до 5 років під 7 % річних, а при купівлі обладнання сонячних електростанцій чи теплових насосів компенсувати за рахунок держави 70 % вартості обладнання. Для малого та середнього бізнесу доступними є кредити до 150 млн. грн. терміном до 10 років під 7 % річних на придбання і встановлення газотурбінних, газопоршневих та біогазових генерувальних установок. Крім цього спрощено процедури, пов'язані з будівництвом, введенням в експлуатацію та підключенням об'єктів розподіленої генерації до мереж [5, 13, 14].

Не торкаючись технічних аспектів проблеми можемо вказати на такі необхідні умови прискорення розвитку розподіленої генерації в Україні:

- створення відповідної законодавчої бази;
- запровадження додаткових стимулюючих програм для споживачів - малих виробників електроенергії;
- доступ домогосподарств, малого та середнього бізнесу до пільгового фінансування проектів зі встановлення систем розподіленої генерації;
- розробка та впровадження системи інтегрування об'єктів розподіленої генерації до об'єднаної енергосистеми країни;
- розробка нових інноваційних підходів до фінансування проектів розподіленої генерації;
- сприяння місцевих органів влади в розробці та реалізації проектів розподіленої генерації;

— активні зусилля споживачів – юридичних та фізичних осіб в забезпеченні власної енергонезалежності.

Висновки. Розвиток розподіленої генерації на території України є вкрай актуальним і важливим завданням, оскільки не лише забезпечує рух країни в напрямку досягнення цілей сталого розвитку, але й дає можливість забезпечувати стійкість енергосистеми країни в умовах війни. Вирішення цього завдання вимагає комплексного підходу, відповідного законодавчого забезпечення, дієвої державної підтримки, активної участі місцевих органів влади, юридичних та фізичних осіб. Вкрай важливими є також використання і трансформація зарубіжного досвіду впровадження систем розподіленої генерації, розробка інноваційних підходів до фінансування таких систем та управління ними, а також можливість доступу до новітніх технологій розподіленої генерації, що базуються на використанні енергії з відновлюваних джерел.

Література

1. United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (Date retrieved: 20 December 2024).
2. International Energy Agency. World Energy Outlook 2023. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf>. (Date retrieved: 20 December 2024).
3. ДТЕК. Інтегрований звіт 2020. Фінансові та нефінансові показники. URL: https://dtek.com/content/announces/pdf/dtek_ar_2020_ua_web_plus_s1180_t4458_i6428.pdf. (дата звернення: 15.01.2025).
4. Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and

amending Directive 2012/27/EU. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L0944> (Date retrieved: 27 December 2024).

5. Про ринок електричної енергії : Закон України від 19.11.2024 р. № 4059-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>. (дата звернення: 15.01.2025).

6. Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. *Технічна електродинаміка*. 2011, №1 с.54-60.

7. H. Zareipour, K. Bhattacharya, C.A. Canizares, Distributed Generation: Current Status and Challenges. URL: https://www.researchgate.net/profile/Hamidreza-Zareipour/publication/228586297_Distributed_generation_Current_status_and_challenges/links/5735057b08ae9f741b28349c/Distributed-generation-Current-status-and-challenges.pdf (Date retrieved: 20 December 2024).

8. Чому в Україні слід розвивати децентралізовану енергетику вже сьогодні? URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/06/Brief-rozpodilena-generacia-s.pdf>. (дата звернення: 12.01.2025).

9. Біла книга. Розподілені енергетичні ресурси та технології. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/WhiteBook_DER_T_deployment_in_Ukraine.pdf. (дата звернення: 10.12.2024).

10. A. M. Borbely and J. F. Kreider, Distributed Generation The Power Paradigm for the New Millennium. CRC Press LLC, 2001, available at: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420042399> (Date retrieved: 20 December 2024).

11. Bansal, R. Handbook of Distributed Generation: Electric Power Technologies, Economics and Environmental Impacts. *Springer*, 2017. 828 p.

12. The Potential Benefits of Distributed Generation and the Rate Related Issues That May Impede Its Expansion. URL: http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/1817_Report_-_final.pdf. (Date retrieved: 27 December 2024).

13. Сайт Міністерства енергетики України. Розвиток розподіленої генерації. URL:<https://mev.gov.ua/reforma/rozvytok-rozpodilenoyi-heneratsiyi>. (дата звернення: 10.01.2025).

14. Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення “зеленого” тарифу : Закон України від 01.07.2019 р. № 2019-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/601-17#Text>. (дата звернення: 15.01.2025).

References

1. United Nations (2015), “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”, available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (Accessed 20 December 2024).

2. International Energy Agency (2023), “World Energy Outlook”, available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf> (Accessed 20 December 2024).

3. DTEK (2020), “Integrated report. Financial and non-financial indicators”, available at: https://dtek.com/content/announces/pdf/dtek_ar_2020_ua_web_plus_s1180_t4458_i6428.pdf (Accessed 15 January 2025).

4. European Union (2019), “Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU”, available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L0944> (Accessed 27 December 2024).

5. The Verkhovna Rada of Ukraine (2024), The Law of Ukraine “On the Electricity Market”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (Accessed 15 January 2025).

6. Kyrylenko, O.V., Pavlovskyi, V.V. and Lukianenko, L.M. (2011), “Technical aspects of implementing distributed generation sources in electrical networks”, *Tekhnichna elektrodynamika*, vol. 1, pp. 54-60.

7. Zareipour, H. Bhattacharya, K. and Canizares, C.A. (2016), “Distributed Generation: Current Status and Challenges”, available at: https://www.researchgate.net/profile/Hamidreza-Zareipour/publication/228586297_Distributed_generation_Current_status_and_challenges/links/5735057b08ae9f741b28349c/Distributed-generation-Current-status-and-challenges.pdf (Accessed 20 December 2024).
8. Ecoaction (2018), “Why Ukraine should develop decentralized energy today?”, available at: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/06/Brief-rozpodilena-generacia-s.pdf> (Accessed 12 January 2025).
9. UNDP (2019), “White Paper: Distributed Energy Resources and Technologies”, available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/WhiteBook_DER_T_deployment_in_Ukraine.pdf (Accessed 10 December 2024).
10. Borbely, A. M. and Kreider, J. F. (2001), *Distributed Generation The Power Paradigm for the New Millennium*, CRC Press LLC. <http://dx.doi.org/10.1201/9781420042399>.
11. Bansal, R. (2017), *Handbook of Distributed Generation: Electric Power Technologies, Economics and Environmental Impacts*, Springer, Cham, Switzerland.
12. U.S. Department of Energy (2005), “The Potential Benefits of Distributed Generation and the Rate Related Issues That May Impede Its Expansion”, available at: http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/1817_Report_-_final.pdf (Accessed 27 December 2024).
13. The Ministry of Energy of Ukraine (2024), “Development of distributed generation”, available at: <https://mev.gov.ua/reforma/rozvytok-rozpodilenoyi-heneratsiyi> (Accessed 10 January 2025).
14. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019), The Law of Ukraine “On Amendments to Certain Laws of Ukraine Regarding the Establishment of a “Green” Tariff”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/601-17#Text> (Accessed 15 January 2025).

Стаття надійшла до редакції 01.05.2025 р.