

## ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ РЕЗИЛЬЄНТНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Комеліна Ольга Володимирівна\*, доктор економічних наук, професор,  
професор кафедри менеджменту і логістики  
Щербініна Світлана Адамівна\*\*, кандидат економічних наук,  
доцент кафедри економіки, підприємництва та маркетингу  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»

\*ORCID 0000-0001-9297-4985

\*\*ORCID 0000-0002-1034-3619

---

Дата надходження статті: 13.02.2026

Дата прийняття статті: 06.03.2026

Дата публікації статті: 27.03.2026

**Вступ.** У сучасних умовах трансформації глобального енергетичного сектору в умовах зростання безпекових викликів питання резильєнтності енергетичних систем набуває особливої актуальності. Для України ця проблема є надзвичайно важливою з огляду на значні пошкодження енергетичної інфраструктури внаслідок військових дій, що призвели до зниження надійності централізованого енергопостачання та підвищення ризиків енергетичної нестабільності. У цих умовах розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) розглядається як один із ключових напрямів модернізації енергетичного сектору та формування більш гнучкої, децентралізованої та резильєнтної енергетичної системи. Водночас ефективність інтеграції ВДЕ значною мірою залежить від регіональних природно-ресурсних характеристик, стану енергетичної інфраструктури та наявних безпекових обмежень. Це зумовлює необхідність комплексного аналізу потенціалу розвитку відновлюваної енергетики у регіональному вимірі з урахуванням сучасних викликів та особливостей функціонування енергетичної системи України.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Питання резильєнтності енергетичних систем різного рангу та їх ролі у забезпеченні безперервності постачання енергії, їх здатності витримувати, адаптуватися та відновлюватися після кризових подій в умовах посилення глобальних викликів набуває надзвичайної актуальності у світовому вимірі. Питання побудови резильєнтних енергетичних систем висвітлено у міжнародних звітах ІЕА [1]. У звіті Rasmussen Global [2] досліджуються досвід України щодо збереження та відновлення енергетичної системи унаслідок цілеспрямованого руйнування її енергетичних систем, де зосереджено увагу на забезпечення операційної стійкості підприємств та їх стратегіях забезпечення їх резильєнтності, а також оцінювання регуляторних та геополітичних аспектів енергетичної стійкості, що є важливими для підвищення стійкості критичної енергетичної інфраструктури по всій Європі. Важливим джерелом аналізу оцінювання резильєнтності енергетичної системи України та оцінювання її потенціалу є Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел України (НАН України, 2024) [3], що створює основу для планування резильєнтної енергосистеми України. Наукові дослідження Інституту ВДЕ НАН України спрямовані на дослідження стійкості енергосистеми, розвитку біоенергетики, малих ГЕС, сонячного потенціалу в Україні, що є важливими для децентралізації енергетичної системи [4]. Проблемам впливу геополітичних викликів та загроз на резильєнтності енергосистем України, перспективам розвитку smart grids, інтеграції відновлюваних джерел



© Комеліна О. В., Щербініна С. А., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

та підвищення резильєнтності енергосистем, присвячено ряд наукових праць зарубіжних та українських авторів [5–9]. У роботі [8] автори досліджують проблему підтримки надійності енергосистеми України в умовах стрімкого зростання частки відновлюваних джерел. Особлива увага приділяється стійкості енергетичного сектору під час війни та розробці стратегії післявоєнної відбудови на засадах децентралізації та декарбонізації. Особливості управління організаціями в екстремальних умовах на регіональному, місцевому й та організаційному рівнях розкрито у ряді праць [10]. Значно актуалізуються питання резильєнтності енергетичної системи у поєднанні з завданнями забезпечення енергетичної ефективності [11] та реалізацією Цілі сталого розвитку України [12–13]. Отже, важливим напрямом є дослідження перспектив формування моделі резильєнтної енергетичної системи України з урахуванням потенціалу відновлюваних джерел у межах регіональних кластерів, а також зміцнення її резильєнтності шляхом структурної адаптації до змін.

**Метою дослідження** є комплексний аналіз регіональних передумов розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні з урахуванням природно-територіальних характеристик, стану енергетичної інфраструктури та безпекових обмежень, а також обґрунтування концептуальної моделі формування резильєнтної енергетичної системи на основі інтеграції відновлюваної генерації.

Для досягнення поставленої мети дослідження необхідно вирішити комплекс взаємопов'язаних науково-прикладних завдань. Передусім передбачається дослідити природно-територіальні характеристики регіонів України та визначити їх вплив на можливості розміщення об'єктів відновлюваної енергетики. Важливим етапом дослідження є проведення аналізу стану енергетичної інфраструктури України у регіональному розрізі з урахуванням рівня пошкоджень генеруючих потужностей і мережних елементів енергетичної системи. Крім того, необхідно оцінити природно-ресурсний потенціал розвитку основних видів відновлюваної енергетики, зокрема сонячної, вітрової та біоенергетики, у різних регіональних кластерах країни. Наступним завданням є здійснення регіональної кластеризації території України за сукупністю природних, інфраструктурних і безпекових факторів, що визначають можливості розвитку відновлюваних джерел енергії. Узагальнення отриманих результатів дає змогу обґрунтувати концептуальну модель формування резильєнтної енергетичної системи України, яка базується на інтеграції відновлюваних джерел енергії та розвитку розподіленої генерації.

**Основний матеріал і результати.** Регіональні природно-географічні характеристики України відіграють ключову роль у формуванні потенціалу розвитку відновлюваних джерел енергії. Просторовий аналіз земельних ресурсів, ландшафтних особливостей та орографічних характеристик дозволяє визначити найбільш придатні території для розміщення об'єктів сонячної, вітрової та біоенергетичної генерації, а також оцінити обмеження, пов'язані з безпековими, військовими та екологічними чинниками, таблиця 1.

Найбільш сприятливі природні умови для розвитку сонячної та вітрової енергетики сформувалися у південному регіональному кластері, де поєднання рівнинного рельєфу, значних площ відкритих територій та високого рівня сонячної радіації створює оптимальні передумови для розміщення великих енергетичних об'єктів. Водночас у сучасних умовах потенціал цих територій значною мірою обмежується безпековими ризиками, зокрема мінуванням земель, руйнуванням інфраструктури та близькістю до зон активних бойових дій.

У центральних та північно-західних регіонах країни природні умови характеризуються більш складною структурою ландшафтів та орографічними особливостями, що потребує використання сучасних інструментів просторового планування, зокрема геоінформаційних систем для оптимального розміщення енергетичних об'єктів. Водночас ці території мають значний потенціал розвитку розподіленої генерації, біоенергетики та малих об'єктів відновлюваної енергетики.

Західний регіон України характеризується складним гірським рельєфом, що обмежує можливості масштабного розміщення сонячних електростанцій, однак створює сприятливі умови для розвитку малих гідроелектростанцій та локальних енергетичних систем. Таким чином, територіальні особливості різних регіонів формують диференційований потенціал розвитку відновлюваної енергетики, що має враховуватися у процесі формування стратегій енергетичного відновлення та модернізації енергетичної системи України.

Визначення природно-територіальних характеристик регіонів України дозволяє сформувати базове уявлення про просторові передумови розвитку відновлюваної енергетики. Разом з тим ефективність реалізації потенціалу ВДЕ залежить не лише від ландшафтних та орографічних особливостей терито-

**Регіональні природно-територіальні характеристики та обмеження  
для розвитку відновлюваної енергетики в Україні**

Регіональний кластер (області)	Земельні ресурси та ландшафт	Орографічні характеристики	Основні обмеження (безпекові, військові, екологічні)
Східний (Харківська, Донецька, Луганська)	Степові та лісостепові території з високою часткою аграрного землекористування; значні площі промислово трансформованих земель	Донецька височина та хвилясті рівнини з локальними перепадами висот	Території активних бойових дій, мінне забруднення, руйнування інфраструктури, обмеження використання земель.
Північно-східний прикордонний (Сумська, Чернігівська)	Лісові та лісостепові території, значні площі сільськогосподарських угідь, локальні заболочені ділянки	Поліська низовина; переважно рівнинний рельєф із незначними ухилами	Прикордонна зона з обмеженнями на будівництво, ризик артилерійських обстрілів, військові та прикордонні обмеження.
Південний (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька)	Рівнинні степові ландшафти з великими площами відкритих територій та високим сонячним потенціалом	Причорноморська низовина; ухил поверхні переважно <2°, що сприятливо для розміщення СЕС та ВЕС	Мінування територій, часткова окупація, близькість до зон бойових дій, ризик пошкодження інфраструктури.
Центральний (Київська, Полтавська, Дніпропетровська, Черкаська, Кіровоградська)	Лісостепові території з домінуванням орних земель та аграрних ландшафтів	Придніпровська височина та хвилясті рівнини; локальні перепади висот потребують ГІС-аналізу при плануванні ВЕС	Обмеження у зонах розміщення стратегічної енергетичної інфраструктури (ТЕС, ГЕС, магістральні мережі).
Північно-західний (Житомирська, Рівненська, Волинська, Хмельницька, Тернопільська)	Значні площі лісів та сільськогосподарських земель; у північних районах поширені заболочені території	Поліська низовина та хвилясті рівнини Волинської височини	Екологічні обмеження (природоохоронні території, Смарагдова мережа), локальні прикордонні регламентації.
Західний (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, Чернівецька, Вінницька)	Лісисті території та гірські ландшафти; у передгір'ях – аграрні землі та пасовища	Українські Карпати та Передкарпаття; значні ухили та складний рельєф	Орографічні обмеження для великих СЕС, екологічні вимоги щодо охорони гірських екосистем

*Джерело: сформовано авторами на основі [14–18]*

рій, але й від стану енергетичної інфраструктури, включаючи генеруючі потужності, мережеві вузли та системи передачі електроенергії.

У сучасних умовах значна частина енергетичних об'єктів України зазнала пошкоджень унаслідок військових дій, що суттєво впливає на можливості інтеграції нових потужностей відновлюваної енергетики до енергосистеми. Тому для комплексного аналізу перспектив розвитку ВДЕ необхідно враховувати не лише природно-ресурсний потенціал регіонів, але й поточний стан енергетичної інфраструктури, її стійкість та здатність забезпечувати передачу та балансування електроенергії. У таблиці 2 наведено аналіз стану енергетичної інфраструктури України за регіональними кластерами, що дозволяє оцінити рівень пошкоджень енергетичних об'єктів та визначити можливості інтеграції відновлюваних джерел енергії у процесі післявоєнного відновлення енергосистеми.

Найбільш критичний стан енергетичної інфраструктури спостерігається у східному кластері, де значна частина теплової генерації та магістральних електромереж зазнала масштабних руйнувань. У цих умовах традиційна централізована модель енергозабезпечення виявляється вразливою до системних ризиків, що актуалізує необхідність переходу до децентралізованих енергетичних систем. Зокрема, розвиток локальних сонячних електростанцій, мікромереж та систем накопичення енергії може забезпечити підвищення енергетичної стійкості критичної інфраструктури та соціально важливих об'єктів.

Регіони південного та північно-східного кластерів характеризуються високим рівнем пошкоджень розподільчих мереж та генеруючих потужностей, однак водночас мають значний природно-ресурсний потенціал розвитку відновлюваної енергетики, зокрема сонячної та вітрової генерації. Відновлення енергетичної інфраструктури цих територій доцільно здійснювати на основі принципів децен-

## Стан енергетичної інфраструктури України за регіональними кластерами та вплив на розвиток відновлюваної енергетики

Регіональний кластер	Тип об'єктів енергетичної інфраструктури	Стан та рівень пошкоджень (2024–2026 рр.)	Вплив на потенціал розвитку ВДЕ
Східний	ТЕС, великі підстанції 330/750 кВ, вітрові електростанції, магістральні мережі	Критичний. Значна частина теплової генерації зруйнована або пошкоджена на 80–100%. Масштабні пошкодження магістральних мереж передачі.	Дуже високий. Потреба у створенні автономних систем енергозабезпечення, мікромереж, локальних СЕС та систем накопичення енергії.
Північно-східний прикордонний	Розподільчі мережі, ТЕЦ, підстанції 110–330 кВ	Високий. Систематичні пошкодження через транскордонні обстріли. Значна деградація мереж у прикордонній зоні	Високий. Доцільність розвитку розосередженої малої генерації (СЕС, біоенергетика) для забезпечення енергетичної стійкості громад
Південний	ВЕС, СЕС, портові енергетичні вузли, магістральні підстанції	Високий. Частина об'єктів відновлюваної генерації перебуває у зоні бойових дій або тимчасової окупації. Значні пошкодження мереж передачі	Високий. Регіон має значний природний потенціал розвитку сонячної та вітрової енергетики після відновлення інфраструктури
Центральний	ГЕС, ТЕС, ключові підстанції 750 кВ, системоутворюючі вузли	Середній – високий. Періодичні пошкодження маневрової генерації та вузлових підстанцій. Значне навантаження на системні енергетичні центри	Середній. ВДЕ можуть компенсувати пікові навантаження та частково замінювати теплову генерацію
Північно-західний	АЕС, ГЕС, магістральні ЛЕП, підстанції передачі	Помірний. Інфраструктура зазнала обмежених пошкоджень, однак фіксуються атаки на окремі елементи мереж.	Середній. Потенціал розвитку біоенергетики, малих ГЕС та сонячної генерації
Західний	ТЕС, ГЕС, міждержавні інтерконектори з енергосистемою ЄС	Помірний. Пошкодження окремих трансформаторних потужностей, проте базова генерація функціонує стабільно.	Помірний – високий. Перспективний розвиток експортно-орієнтованих проектів ВДЕ та систем накопичення енергії.

Джерело: сформовано авторами на основі [16–19]

тралізації та диверсифікації джерел енергії, що сприятиме формуванню більш гнучкої та адаптивної енергетичної системи.

Водночас центральні та західні регіони України, де рівень пошкоджень інфраструктури є відносно нижчим, можуть відігравати роль ключових центрів стабілізації енергосистеми та інтеграції України до європейського енергетичного ринку. Розвиток відновлюваних джерел енергії у цих регіонах, зокрема у поєднанні з системами накопичення енергії та модернізацією міждержавних енергетичних інтерконекторів, створює передумови для формування стійкої, низьковуглецевої та інтегрованої енергетичної системи України.

Аналіз стану енергетичної інфраструктури України у регіональному розрізі, представлений у таблиці 2, дозволяє оцінити масштаби пошкоджень генеруючих потужностей та мережевих елементів енергосистеми, а також визначити рівень її функціональної стійкості в умовах сучасних безпекових викликів. Значні руйнування теплової генерації, трансформаторних підстанцій та магістральних ліній електропередачі в окремих регіонах суттєво обмежують можливості централізованого енергозабезпечення та підвищують вразливість енергетичної системи до зовнішніх впливів. У таких умовах особливої актуальності набуває розвиток альтернативних підходів до організації енергетичних систем, зокрема впровадження децентралізованої генерації на основі відновлюваних джерел енергії.

Водночас потенціал використання відновлюваних джерел енергії в різних регіонах України значною мірою визначається природно-кліматичними та ресурсними характеристиками територій, такими як рівень сонячної радіації, швидкість вітру, наявність біоенергетичних ресурсів та особливості ландшафтно-ї структури. Поєднання цих факторів із просторовими характеристиками енергетичної інфраструк-

тури формує передумови для визначення пріоритетних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в регіональному вимірі.

З огляду на зазначене, наступним етапом дослідження є оцінка природно-ресурсного потенціалу розвитку відновлюваної енергетики за регіональними кластерами України. Узагальнення ключових показників сонячного, вітрового та біоенергетичного потенціалу, а також визначення найбільш перспективних технологій ВДЕ для кожного кластеру дозволяє сформуванню комплексне уявлення про можливість трансформації енергетичної системи України на основі принципів енергетичної стійкості та декарбонізації. Відповідні результати такого аналізу наведено у таблиці 3.

Проведений аналіз природно-ресурсного потенціалу розвитку відновлюваних джерел енергії у регіональному розрізі свідчить про наявність значних можливостей для диверсифікації енергетичного балансу України та поступового переходу до більш стійкої моделі функціонування енергетичної системи. Результати дослідження показують, що різні регіони країни характеризуються неоднаковими природно-кліматичними умовами та ресурсним забезпеченням, що визначає доцільність використання різних технологій відновлюваної енергетики. Зокрема, південні регіони мають найбільш сприятливі умови для розвитку сонячної та вітрової генерації, центральні та північно-західні області – значний потенціал біоенергетики, тоді як західні регіони мають перспективи розвитку малих гідроелектростанцій та локальних енергетичних систем.

Водночас ефективне використання цього потенціалу можливе лише за умови врахування поточного стану енергетичної інфраструктури та безпекових обмежень, які суттєво впливають на можливості розміщення нових генеруючих потужностей. Значні пошкодження магістральних мереж та централізованих генеруючих об'єктів, що були зафіксовані у ряді регіонів, актуалізують необхідність переходу від традиційної централізованої моделі енергопостачання до більш гнучких та децентралізованих енергетичних систем. У цьому контексті розвиток розподіленої генерації, впровадження мікромереж та використання систем накопичення енергії стають важливими елементами забезпечення стабільності функціонування енергетичної системи.

Таким чином, інтеграція результатів аналізу природно-ресурсного потенціалу регіонів, стану енергетичної інфраструктури та наявних безпекових обмежень дозволяє сформуванню комплексний підхід до трансформації енергетичної системи України. Концептуальне узагальнення зазначених факторів та визначення ключових напрямів підвищення стійкості енергосистеми відображено у моделі формування резильєнтної енергетичної системи України на основі відновлюваних джерел енергії, що представлена на рисунку 1.

Формування резильєнтної енергосистеми України в умовах сучасних безпекових викликів потребує комплексного підходу, який поєднує врахування природно-ресурсного потенціалу регіонів, стану енергетичної інфраструктури та наявних безпекових обмежень. Запропонована схема відображає

Таблиця 3

**Потенціал розвитку відновлюваних джерел енергії за регіональними кластерами України**

Регіональний кластер	Сонячний потенціал (кВт·год/м <sup>2</sup> на рік)	Вітровий потенціал (м/с на висоті 100 м)	Потенціал біоенергетики	Перспективні технології ВДЕ
Східний	1200–1350	5,5–6,5	Середній (аграрні відходи, промислові біоресурси)	СЕС, локальні мікромережі, біоенергетика
Північно-східний прикордонний	1100–1250	4,5–5,5	Високий (лісові та аграрні ресурси)	БіоТЕЦ, малі СЕС, розподілена генерація
Південний	1400–1550	6,5–7,5	Середній	Великі СЕС, офшорні та прибережні ВЕС, системи накопичення енергії
Центральний	1200–1350	5,0–6,0	Високий (сільськогосподарська біомаса)	СЕС, біогазові установки, агроенергетика
Північно-західний	1100–1200	4,5–5,5	Високий (лісові ресурси, біомаса)	БіоТЕЦ, малі СЕС, малі ГЕС
Західний	1150–1300	5,5–6,5 (гірські райони)	Середній	Малі ГЕС, гірські ВЕС, локальні СЕС

*Джерело: сформовано авторами на основі [14, 15, 19, 20, 21]*

## Формування резильєнтної енергосистеми України на основі ВДЕ



Рис. 1. Концептуальна модель формування резильєнтної енергосистеми

Джерело: розроблено авторами

концептуальну модель трансформації енергетичної системи України на основі активного впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та сучасних технологічних рішень, спрямованих на підвищення її стійкості до зовнішніх та внутрішніх ризиків.

У структурі моделі виділено три ключові групи факторів, які визначають можливості формування резильєнтної енергосистеми. До першої групи належать регіональні особливості, що включають природно-ресурсний потенціал територій, стан енергетичної інфраструктури та орографічні й екологічні умови розміщення енергетичних об'єктів. Саме ці фактори формують базові передумови для розвитку різних типів відновлюваної енергетики, зокрема сонячної, вітрової та біоенергетики.

Друга група факторів представлена комплексом викликів та обмежень, які виникають у процесі функціонування енергетичної системи в умовах військових дій та підвищених безпекових ризиків. До них належать пошкодження критичної енергетичної інфраструктури, наявність мінного забруднення територій, а також регуляторні та екологічні обмеження щодо розміщення енергетичних об'єктів. Врахування цих чинників є необхідною умовою формування ефективної стратегії відновлення та модернізації енергетичної системи України.

Третя група елементів моделі відображає комплекс ефективних заходів, спрямованих на підвищення стійкості енергосистеми. До таких заходів належать розвиток розподіленої генерації та мікромереж, масштабне впровадження об'єктів відновлюваної енергетики, а також інтеграція систем накопичення енергії. Реалізація зазначених заходів сприятиме підвищенню гнучкості енергетичної системи, зниженню залежності від централізованих генеруючих потужностей та забезпеченню більш ефективного балансування енергетичних потоків.

У результаті інтеграції зазначених елементів формується резильєнтна енергосистема України, ключовими характеристиками якої є енергетична незалежність, здатність протистояти кризовим явищам та поступова декарбонізація енергетичного сектору. Така модель розвитку енергетики відповідає сучасним глобальним тенденціям трансформації енергетичних систем та сприяє інтеграції України до європейського енергетичного простору.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження встановлено, що природно-територіальні особливості регіонів України формують диференційований потенціал розвитку відновлюваної енергетики. Найбільш сприятливі умови для розвитку сонячної та вітрової генерації характерні для південних регіонів країни, тоді як центральні та північно-західні області мають значний потенціал використання біоенергетичних ресурсів. Водночас західні регіони характеризуються можливостями розвитку малих гідроелектростанцій та локальних енергетичних систем.

Аналіз стану енергетичної інфраструктури України засвідчив значний рівень пошкодження генеруючих потужностей та мережевих елементів унаслідок військових дій, що особливо характерно для східних та південних регіонів країни. Руйнування теплових електростанцій, магістральних підстанцій та ліній електропередачі суттєво знижує надійність централізованої моделі енергозабезпечення та підвищує вразливість енергетичної системи до зовнішніх впливів.

Встановлено, що інтеграція відновлюваних джерел енергії у процесі відновлення енергетичної інфраструктури може стати одним із ключових інструментів підвищення енергетичної стійкості України. Використання розподіленої генерації, розвиток мікромереж та впровадження систем накопичення енергії дозволяють зменшити залежність від великих централізованих генеруючих об'єктів та підвищити гнучкість функціонування енергетичної системи.

Проведена регіональна кластеризація території України дозволила визначити пріоритетні напрями розвитку різних технологій відновлюваної енергетики з урахуванням природно-ресурсних, інфраструктурних та безпекових факторів. Такий підхід створює передумови для формування збалансованої моделі розвитку енергетичного сектору, орієнтованої на ефективне використання локальних ресурсів та підвищення енергетичної автономності регіонів.

Узагальнення результатів дослідження дозволило сформувати концептуальну модель формування резильєнтної енергетичної системи України, що базується на поєднанні розвитку відновлюваних джерел енергії, модернізації енергетичної інфраструктури та впровадженні інноваційних технологій управління енергетичними потоками. Реалізація такої моделі сприятиме підвищенню енергетичної безпеки держави, зниженню вуглецевих викидів та інтеграції України до європейського енергетичного простору.

Практична реалізація запропонованого підходу до розвитку енергетичного сектору передбачає необхідність комплексного врахування регіональних особливостей розміщення енергетичних об'єктів, модернізації мережевої інфраструктури та стимулювання інвестицій у проекти відновлюваної енергетики. Це створює передумови для формування довгострокової стратегії енергетичного відновлення України на основі принципів стійкого розвитку та декарбонізації економіки.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Energy system resilience: lessons learned from Ukraine. Paris: International Energy Agency, 2023. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/2c6f2378-31e8-442a-815a-18e693167915/EnergySystemResilience.pdf>
2. Albrechtsen H. B., Khodorovska Y. Resilience under fire: how Ukraine's energy sector is adapting – and what it means for Europe. Rasmussen Global, 2025. URL: [https://rasmussenglobal.com/wp-content/uploads/2025/06/REPORT\\_Resilience-Under-Fire.pdf](https://rasmussenglobal.com/wp-content/uploads/2025/06/REPORT_Resilience-Under-Fire.pdf)
3. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С. О. Кудрі. 3-тє вид., оновл. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. 56 с.
4. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Каталог інноваційних та інвестиційних пропозицій. Київ, 2024. URL: [https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/IVE\\_Katalog-dosyahneen\\_2024.pdf](https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/IVE_Katalog-dosyahneen_2024.pdf)
5. Суходоля О.М. Стійкість критичної енергетичної інфраструктури та життєдіяльності громад: аналіт. доп. Київ: НІСД, 2024. 160 с.
6. Diahovchenko, I., Kolcun, M., Čonka, Z. et al. Progress and challenges in smart grids: distributed generation, smart metering, energy storage and smart loads. *Iran J Sci Technol Trans Electr Eng* 44, 1319–1333 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1007/s40998-020-00322-8>
7. Костенко Г.П., Запорожець А.О., Запорожець Н.В., Верпета В.О. Аспекти інтеграції відновлюваної розподіленої генерації в систему енергозабезпечення України. *Проблеми економіки*. 2024. №2 (60). С. 83–93.
8. Kurbatova, Tetiana & Sidortsov, Roman & Trypolska, Galyna & Hulak, Daniil & Sotnyk, Iryna. (2024). Maintaining Ukraine's grid reliability under rapid growth of renewable electricity share: challenges in the pre-war, war-time, and post-war periods. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*. 40. 41–54. DOI: [10.54337/ijsep.m.8112](https://doi.org/10.54337/ijsep.m.8112)
9. Xu, Zheng & Chen, Yue & Sang, Linwei & Qiu, Haifeng & Wu, Zhi & Ye, Hengqing, 2025. Resilience-oriented planning for microgrid clusters considering P2P energy trading and extreme events, *Applied Energy*, Elsevier, vol. 388 (C). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.125560>

10. Комеліна О. В. Управління в екстремальних умовах: регіональний, місцевий та організаційний аспекти. Сучасні інноваційно-інвестиційні механізми розвитку національної економіки в умовах євроінтеграції: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 06 листоп. 2025 р. Полтава: Нац. ун-т ім. Ю. Кондратюка, 2025. С. 20–21.
11. Komelina O., Shcherbinina S., Mammadov M. Assessment of the regional energy efficiency potential of the housing sector of Ukraine. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2022. Vol. 181. P. 661–668. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2\\_62](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_62).
12. Komelina O., Komelina A., Lysenko M. Scientific and methodological approach to assessing and forecasting sustainable energy development of Ukraine // *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of the 18th International Scientific Conference*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2025510153>
13. Komelina O., Korobka S., Kondratieva H., Lazor O., Lazor O. Mechanisms of management adaptation to sustainable development standards under the condition of global changes. *Problemy Ekorozwoju*. 2025. Vol. 20, No. 2. P. 245–254.
14. Global Solar Atlas. Solar resource data: Ukraine. World Bank Group, 2024. URL: <https://globalsolaratlas.info/>
15. Global Wind Atlas. Wind resource data at 100 m height: Ukraine. Technical University of Denmark, 2024. URL: <https://globalwindatlas.info/>
16. Національний атлас України. Геоморфологічне районування та фізико-географічні характеристики територій 2025. URL: <https://atlas.igu.org.ua/>
17. Kyiv School of Economics. Динаміка земельного фонду: як змінилися земельні ресурси України після 24 лютого 2022 року. 2024. URL: [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad\\_2\\_ukr.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad_2_ukr.pdf)
18. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Інтерактивна мапа територій, забруднених вибухонебезпечними предметами. 2026. URL: <https://mine.dsns.gov.ua/>
19. DTEK. Official website. URL: <https://dtek.com>
20. Міністерство енергетики України. URL: <https://mev.gov.ua/>
21. НЕК «Укренерго» URL: <https://ua.energy/>

#### REFERENCES:

1. International Energy Agency. (2023). *Energy system resilience: Lessons learned from Ukraine*. Paris: IEA. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/2c6f2378-31e8-442a-815a-18e693167915/EnergySystemResilience.pdf>
2. Albrechtsen, H. B., & Khodorovska, Y. (2025). Resilience under fire: How Ukraine's energy sector is adapting – and what it means for Europe. Rasmussen Global. Available at: [https://rasmussenglobal.com/wp-content/uploads/2025/06/REPORT\\_Resilience-Under-Fire.pdf](https://rasmussenglobal.com/wp-content/uploads/2025/06/REPORT_Resilience-Under-Fire.pdf)
3. Kudria, S. O. (Ed.). (2024). *Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ukrainy* [Atlas of energy potential of renewable energy sources of Ukraine] (3rd ed.). Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. (in Ukrainian)
4. Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. Kataloh innovatsiinykh ta investytsiinykh propozytsii [Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine. Catalog of innovative and investment proposals]. Available at: [https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/IVE\\_Kataloh-dosyahneen\\_2024.pdf](https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/IVE_Kataloh-dosyahneen_2024.pdf)
5. Sukhodolia, O. M. (2024). *Stiikist krytychnoi enerhetychnoi infrastruktury ta zhyttiedialnosti hromad* [Resilience of critical energy infrastructure and community livelihoods]. Kyiv: Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen. (in Ukrainian)
6. Diahovchenko, I., Kolcun, M., Čonka, Z., et al. (2020). Progress and challenges in smart grids: Distributed generation, smart metering, energy storage and smart loads. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering*, vol. 44, pp. 1319–1333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40998-020-00322-8>
7. Kostenko, H. P., Zaporozhets, A. O., Zaporozhets, N. V., & Verpeta, V. O. (2024). Aspekty intehtratsii vidnovliuvanoi rozpodilenoї heneratsii v systemu enerhohabezpechennia Ukrainy [Aspects of integration of renewable distributed generation into Ukraine's energy supply system]. *Problemy Ekonomiky – Problems of the economy*, no. 2 (60), pp. 83–93.
8. Kurbatova, T., Sidortsov, R., Trypolska, G., Hulak, D., & Sotnyk, I. (2024). Maintaining Ukraine's grid reliability under rapid growth of renewable electricity share: Challenges in the pre-war, war-time, and post-war periods. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, vol. 40, pp. 41–54. DOI: <https://doi.org/10.54337/ijsepm.8112>
9. Xu, Z., Chen, Y., Sang, L., Qiu, H., Wu, Z., & Ye, H. (2025). Resilience-oriented planning for microgrid clusters considering P2P energy trading and extreme events. *Applied Energy*, vol. 388. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.125560>
10. Komelina, O. V. (2025). Upravlinnia v ekstremalnykh umovakh: rehionalnyi, mistsevyi ta orhanizatsiinyi aspekty [Management in extreme conditions: Regional, local and organizational aspects]. *Suchasni innovatsiino-investytsiini mekhanizmy rozvytku natsionalnoi ekonomiky v umovakh yevrointehratsii: materialy XII Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf* (Poltava, November 6, 2025). Poltava: Natsionalnyi universytet imeni Yurii Kondratiuka. (in Ukrainian)
11. Komelina, O., Shcherbinina, S., & Mammadov, M. (2022). Assessment of the regional energy efficiency potential of the housing sector of Ukraine. *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 181, pp. 661–668. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2\\_62](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_62)
12. Komelina, O., Komelina, A., & Lysenko, M. (2025). Scientific and methodological approach to assessing and forecasting sustainable energy development of Ukraine. *In Monitoring of Geological Processes and Ecological*

*Condition of the Environment: Proceedings of the 18th International Scientific Conference.* DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2025510153>

13. Komelina, O., Korobka, S., Kondratieva, H., Lazor, O., & Lazor, O. (2025). Mechanisms of management adaptation to sustainable development standards under the condition of global changes. *Problemy Ekorozwoju*, vol. 20, no. 2, pp. 245–254.

14. Global Solar Atlas. (2024). Solar resource data: Ukraine. World Bank Group. Available at: <https://globalsolaratlas.info/>

15. Global Wind Atlas. (2024). Wind resource data at 100 m height: Ukraine. Technical University of Denmark. Available at: <https://globalwindatlas.info/>

16. Natsionalnyi atlas Ukrainy. Heomorfolohichne raionuvannia ta fizyko-geohrafichni kharakterystyky terytorii [National atlas of Ukraine. Geomorphological zoning and physical-geographical characteristics of territories]. Available at: <https://atlas.igu.org.ua/>

17. Kyiv School of Economics. Dynamika zemelnoho fondu: yak zminylysia zemelni resursy Ukrainy pislia 24 liutoho 2022 roku [Dynamics of land resources: How Ukraine's land fund has changed after February 24, 2022]. Available at: [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad\\_2\\_ukr.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad_2_ukr.pdf)

18. Derzhavna sluzhba Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii. Interaktyvna mapa terytorii, zabrudnenykh vybukhonebezpechnymy predmetamy [State Emergency Service of Ukraine. Interactive map of territories contaminated with explosive hazards]. Available at: <https://mine.dsns.gov.ua/>

19. DTEK. Ofitsiinyi sait. [DTEK. Official website]. Available at: <https://dtek.com>

20. Ministerstvo enerhetyky Ukrainy. Ofitsiinyi sait. [Ministry of Energy of Ukraine. Official website]. Available at: <https://mev.gov.ua/>

21. NEK Ukrenerho. Ofitsiinyi sait. [NPC Ukrenergo. Official website]. Available at: <https://ua.energy/> (

УДК 620.9:330.15:332.1

JEL Q42, Q48, R11

**Комеліна Ольга Володимирівна**, доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту і логістики, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», **Щербініна Світлана Адамівна**, кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, підприємництва та маркетингу, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». **Перспективи формування резильєнтної енергетичної системи України на основі розвитку відновлюваних джерел енергії.**

У статті здійснено комплексний аналіз регіональних передумов розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні з урахуванням природно-територіальних характеристик, стану енергетичної інфраструктури та безпекових обмежень, а також обґрунтування концептуальної моделі формування резильєнтної енергетичної системи на основі інтеграції відновлюваної генерації. Розкрито особливості та природно-територіальні характеристики регіонів України у контексті їх впливу на можливості підвищення забезпечення резильєнтності енергетичних систем та подальшого розміщення об'єктів відновлюваної енергетики. Проведена класифікація територій України за сукупністю природних, інфраструктурних та безпекових факторів дає змогу визначити у подальшому пріоритети планування територіальних моделей відновлюваної енергетики.

**Ключові слова:** енергетична система, енергетичний потенціал, резильєнтність, регіональні кластери, децентралізація, відновлювальна енергетика.

UDC 620.9:330.15:332.1

JEL Q42, Q48, R11

**Olha Komelina**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Management and Logistics, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"; **Svitlana Shcherbinina**, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics, Entrepreneurship and Marketing, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic". **Prospects for the formation of a resilient energy system of Ukraine based on the development of renewable energy sources.**

The article provides a comprehensive analysis of the regional prerequisites for the development of renewable energy sources in Ukraine, taking into account natural and territorial characteristics, the condition of energy infrastructure, and existing security constraints. The study also substantiates a conceptual model for the formation of a resilient energy system based on the integration of renewable energy generation. The specific natural and territorial characteristics of the regions of Ukraine are examined in terms of their influence on the potential for enhancing the resilience of energy systems and the further placement of renewable energy facilities. Regional clusters are formed according to criteria related to the availability of land resources, orographic characteristics, and limitations associated with the condition and scale of damage to energy infrastructure. An analysis of the state of Ukraine's energy infrastructure in a regional context is carried out, taking into account the level of damage to generation capacities and network elements of the energy system. This makes it possible to determine the level of functional resilience of the energy system under current security challenges and to substantiate the feasibility of developing

alternative approaches to the organization of energy systems, particularly the implementation of decentralized generation based on renewable energy sources. A generalized assessment of the natural resource potential for the development of major types of renewable energy (solar, wind, and bioenergy) across different regional clusters of Ukraine is conducted, and the feasibility of implementing promising renewable energy technologies is substantiated. It is demonstrated that the development of distributed generation, the implementation of microgrids, and the use of energy storage systems are becoming key elements in ensuring the stability of the energy system's functioning. Based on the proposed approach to determining the prospects for the formation of a resilient energy system in Ukraine through the development of renewable energy sources, which involves integrating the results of analyses of regional natural resource potential, the condition of energy infrastructure, and existing security constraints, a comprehensive approach to the transformation of Ukraine's energy system is developed. The clustering of Ukraine's territories according to a combination of natural, infrastructural, and security factors makes it possible to identify priorities for the future planning of territorial models of renewable energy development.

**Key words:** energy system, energy potential, resilience, regional clusters, decentralization, renewable energy.