



УДК 001.89:328:352/354:620.9

[https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-9\(39\)-499-512](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-9(39)-499-512)

Шолодько Сергій Миколайович аспірант кафедри публічної політики, Навчально-науковий інститут публічного управління та державної служби Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, <https://orcid.org/0009-0008-2178-9297>

ВІРТУАЛЬНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ДЕМОКРАТИЗАЦІЇ СФЕРИ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЛОКАЛІЗАЦІЙНОГО ПІДХОДУ

Анотація. Умови збройної агресії трансформують енергетичну політику України в напрямку локалізації. У статті акцентовано увагу на стратегічних напрямках забезпечення стійкості енергетичної системи, які передбачають зосередження зусиль на впровадженні технологічних рішень, спрямованих на об'єднання громад у так звану «віртуальну електростанцію» (далі ВіЕС) як за умов воєнного стану, так і в період післявоєнної реконструкції.

Зазначено переваги ВіЕС, а саме: для учасників – фінансові стимули та підтримка більш «зеленої» громади; для мережі – підвищення надійності та стійкості мережі, що забезпечується гнучкістю, розподіленням енергетичного ресурсу під час пікового навантаження; для громади – сприяє більш сталій енергетичній екосистемі та зменшує залежність від традиційного виробництва електроенергії, часто на основі викопного палива.

Встановлено роль, вплив та причинно-наслідковий зв'язок використання ВіЕС в контексті підвищення рівня демократизації енергетичної сфери. Запропоновано запровадити в науковий обіг термін «енергетична локалізація».

Обґрунтовано концептуальну модель системи публічного управління сферою енергетики із застосуванням ВіЕС, враховано локалізаційний підхід як ключовий принцип формування механізмів публічного управління у цій сфері.

З'ясовано об'єктивні переваги адаптації прогресивних міжнародних напрацювань в енергетичну галузь України. З огляду на це, актуалізовано наукові дослідження щодо формування механізмів публічного управління енергетичного сектору Пуерто-Рико. В процесі дослідження встановлено стартові умови, проведено аналогії та доведено доцільність екстраполяції досвіду функціонування енергетичної системи Пуерто-Рико на аналогічний об'єкт України з фокусом на локалізаційному підході в контексті вироблення енергетичної політики.

Ключові слова: публічна політика, механізми публічного управління, енергетична політика, відновлювані джерела енергії, енергетична локалізація, Енергетична стратегія України, віртуальні електростанції.



Sholodko Serhii Mykolayovych postgraduate student of the Department of Public Policy of the Educational and Scientific Institute of Public Administration and Civil Service of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, <https://orcid.org/0009-0008-2178-9297>

VIRTUAL POWER PLANTS AS AN ELEMENT OF DEMOCRATISATION OF THE ENERGY SPHERE OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF THE LOCALIZATION APPROACH

Abstract. The conditions of armed aggression are transforming Ukraine's energy policy towards localization. The article focuses on strategic directions for ensuring the sustainability of the energy system, which involve focusing efforts on the implementation of technological solutions aimed at uniting communities into the so-called "virtual power plant" (hereinafter VPP) both under martial law and during the period of post-war reconstruction.

The advantages of VPP are noted, namely: for participants – financial incentives and support for a greener community; for the network – increased reliability and stability of the network, which is ensured by flexibility, distribution of energy resources during peak load; for the community – contributes to a more sustainable energy ecosystem and reduces dependence on traditional electricity production, often based on fossil fuels.

The role, impact and cause-and-effect relationship of the use of VPP in the context of increasing the level of democratization of the energy sector are established. It is proposed to introduce the term «energy localization» into scientific terminology.

The conceptual model of the public management system in the energy sector with the use of VPP is substantiated, the localization approach is taken into account as a key principle of forming public management mechanisms in this area.

The objective advantages of adapting progressive international developments to the energy sector of Ukraine are clarified. In view of this, scientific research on the formation of public management mechanisms in the energy sector of Puerto Rico is updated. In the process of research, starting conditions are established, analogies are made and the feasibility of extrapolating the experience of the functioning of the Puerto Rico energy system to a similar facility in Ukraine with a focus on the localization approach in the context of developing energy policy is proven.

Keywords: public policy, public administration mechanisms, energy policy, renewable energy sources, energy localization, Energy Strategy of Ukraine, virtual power plants.

Постановка проблеми. В умовах інтенсифікації збройної агресії з боку російської федерації, яка спричиняє суттєве зниження енергетичних потужнос-



тей шляхом цілеспрямованих атак на об'єкти критичної інфраструктури, виникають обставини, що обумовлюють необхідність оперативного реагування з боку як державних структур, так і індивідуальних домогосподарств. Одним із ключових викликів у цьому контексті є забезпечення автономного доступу до електричної та теплової енергії в умовах прогнозованого енергетичного дефіциту.

За оцінками експерта енергетичного ринку України Віктора Куртева, в умовах енергетичної нестабільності спостерігається зростання переваг від використання сонячної генерації порівняно з дизельними та бензиновими генераторами. Така тенденція свідчить про прискорення процесів децентралізації енергетичного сектору. Якщо раніше централізоване енергопостачання було економічно доцільним, то в умовах загрози життєзабезпеченню активізується процес приватних інвестицій у локальні енергетичні рішення.

Цей етап може бути інтерпретований як початок демократизації енергетичного сектору. Як показує досвід Австралії [1], наступним етапом є поява та розвиток численних дрібних постачальників енергетичних послуг, які починають поступово перетягувати споживачів від великих енергетичних компаній. У відповідь на скорочення абонентської бази великі компанії змушені підвищувати тарифи для компенсації втрат, що ще більше стимулює відтік споживачів.

Таким чином, сучасні виклики, спричинені агресивними впливами, формують передумови для максимального розосередження генеруючих потужностей та скорочення обсягу централізованих мереж, що, в довгостроковій перспективі, сприяє трансформації енергетичного ландшафту України. Це, своєю чергою, підвищує загальну стійкість національної енергетичної системи та відкриває нові можливості для впровадження інноваційних соціотехнологічних рішень.

Відзначаючи актуальність заявленої вище проблематики, доцільно також акцентувати увагу на наявності політичної підтримки з боку уряду України глобального тренду на енергетичну локалізацію. Зокрема, за допомогою інструментів інформаційно-комунікативного забезпечення публічного управління здійснюється трансляція стратегічних цілей, принципів та підходів до реалізації енергетичної політики держави. Локалізаційний підхід до формування публічної енергетичної політики України відзначається фокусом на впровадженні інновацій, орієнтованих на міжнародну співпрацю, з метою забезпечення сталої функціональності енергетичних систем у контексті зростаючої невизначеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні вже є очевидним, що інтерес серед вітчизняних науковців до вивчення питань функціонування віртуальних електростанцій першочергово викликаний інноваційністю рішень і їх актуальністю для України. Так, Пантелєєва І.В., Шматько Н.М. та Шевченко Є.М. [2]



обґрунтовують достатню перспективність ринку ВіЕС. Особливості функціонування ВіЕС, їх вплив на роботу об'єднаної енергетичної системи (далі ОЕС) України, а також взаємодію з локальними мережами аналізують Дерев'янка Д.Г. і Горенко Д.С. [3], констатуючи загальні переваги та наявні технічні недоліки. Сотник М.І., Теліженко О.М., Шашков С.В. та Єгоров Є.В. [4] основну роль в системі локальної агрегації відводять розрахунково-аналітичному центру, який забезпечує балансування локальної електричної мережі та формує стабільну взаємодію з ОЕС. Суходоля О.М. [5] доводить ключовий вплив штучного інтелекту на керування мережами, що об'єднують ВіЕС. Малогулко Ю.В. [6] доходить висновку про важливість ВіЕС для вирішення локальних енергетичних проблем.

Слід зазначити, що дослідженням даної тематики займаються в основному представники технічного напрямку, саме тому цікаві погляди фахівців суміжних сфер, зокрема, публічного управління. Тож заповнимо нішу зверненням до принципів формування публічної енергетичної політики, а саме: подолання енергобідності, стійкість енергосистеми, розподілення і диверсифікація енергоджерел, децентралізація, соціальна справедливість, згуртованість громад та відкритість інноваціям.

Мета статті – проаналізувати та визначити особливості впровадження віртуальних електростанцій в контексті механізму управління енергетичною сферою крізь призму локалізаційного підходу, а також оцінити доцільність застосування даного управлінсько-технологічного рішення в умовах України, його вплив на демократизацію сектору енергетики та стійкість ОЕС.

Виклад основного матеріалу. Віртуальна електростанція – це портфель розподілених енергетичних ресурсів (ПЕР), що включає споживачів електроенергії, малі електростанції відновлюваної енергії, акумуляторні батареї, локальні акумуляторні сховища та паливні елементи, які керуються інтегрованим чином, щоб функціонувати так, ніби вони є єдиною реальною електростанцією [7]. На практиці ВіЕС діють подібно до традиційної централізованої великої електростанції та мають той самий ефект. Їхні кінцеві цілі ті ж – забезпечити задоволення попиту на енергію в мережі за рахунок доступного енергопостачання та стабільність мережі.

На даний час в Україні законодавчо не означено термін «віртуальні електростанції». Офіційно дане словосполучення згадується в повідомленні прес-служби Верховної Ради України: «агрегатори об'єднують споживачів та невеликих виробників електроенергії у щось на кшталт віртуальної електростанції, яка може купувати та продавати електроенергію, а також надавати інші послуги на ринку електричної енергії» [8].

Міністерство енергетики України звітує, що з початку повномасштабної агресії російської федерації щодо нашої держави, пошкоджено, зруйновано та



окуповано понад половину потужностей української енергетики, знищено до 90% загальної теплової та майже 45% гідрогенерації [9].

Масштабність таких наслідків уможливлено насамперед концентрацією енергетичної критичної інфраструктури на квадрат площі. Наприклад, влучання по Трипільській ТЕС, площа підприємства 281,3 га, вивело з балансу 57% енергогенерації Київської області.

Доводиться констатувати факт неспроможності централізованих енергетичних систем відповідати воєнним загрозам і викликам енергетичній, тим самим національній безпеці. Справедливо з боку суспільства акцентується зацікавленість перегляду статусу-кво – підвищення рівня залученості громад до управління енергоактивами. В першу чергу доступу до якісного безперебійного енергосервісу в локальному вимірі.

Демократичні засади державного управління диктують уряду вимогу реагувати на суспільні настрої в контексті демократизації сфери енергетики України [10]. Пропонується звернутися до одного з основних стовпів демократизації енергетичного сектору – локалізаційного підходу, який фокусує інструменти, механізми та чіткі протоколи, що відкриває вікно можливостей набуття суб'єктом властивостей робити різницю. За вказаним підходом прибирається залежність громади від абстрактного в сторону конкретного власного – локального (місцевого) [11]. Так реалізовується потенціал громади взяти під свій контроль енергетичну систему (там де це раціонально, спершу для побутових потреб) в парадигмі об'єднуючого суспільного добробуту [12] як протидія монопольним вузькоколовим матеріальним інтересам.

Цікавий підхід запропонований соціальним філософом з Великобританії Романом Крзнарічем, який досліджує значення енергетичної демократії у праці «Хороший предок» [13] і висуває ідеї регенеративного дизайну, космолокального виробництва та відновлення навколишнього середовища. При регенеративному дизайні економіка функціонує в замкненому циклі, забезпечуючи максимальну кількість циклів і переробку. Космолокальне виробництво розглядається як виробнича філософська новизна, на практиці знайшло втілення в русі «Fab City», коли очільник міста Барселона у 2014 році звернувся з закликами до міст світу «усе, що вони споживають виробляти» до 2054 року, з тих пір рух був підтриманий у більш як 30 містах, від Шеньчженя до Сантьяго і став наслідком формування економіки замкнутого циклу з відсутністю викидів. Відновлення навколишнього середовища тлумачиться як відродження, поновлення, вивільнення витоків енергії та сировини для наступних генерацій без шкоди екосистемам.

Зв'язок фактору енергодемократії з політикою Р. Крзнаріч формулює наступним чином: «демократизація енергетики zarazом здатна забезпечувати усебічні політичні надбання. Мікромережі характеризуються трендом на зміц-



нення згуртованості громади. Завдяки тому, що генерація, власність і дистрибуція енергії стають локальними, люди загалом здатні затребувати аби інші справи також були локальними, включаючи прийняття політичних рішень. Історія людства свідчить, що енергетичні системи формували політичні системи. В той самий спосіб, як розвиток гірничодобувної промисловості в XIX ст. сприяв підсиленню руху профспілок і вимогам прав робітників, очолювана громадою сонячна революція XXI ст. була б здатна проявити силу радикальної децентралізації влади, це в свою чергу посприє довготривалому мисленню. На противагу, коли домогосподарства здебільшого обирають індивідуальне акумулятивне збереження і нагромаджують енергію собі, а не обмінюються нею, або коли у генерації енергії з відновлюваних джерел переважають мегакорпорації – що вже відбувається в чимало країн – саме отоді демократизаційна потенція енергетики ризикує довіку не стати цілковито вивільненою» [13, с. 201].

Напрошується логічний висновок, що для демократичного розвитку суспільства корисно розвивати саме напрям «шерингу» (обміну), на відміну від накопичення. Громади мають взаємодіяти, проявляти взаємовиручку, ставати локомотивом змін в першу чергу на місцевому рівні. Це сприяє демократизації енергетики і всеосяжно розкриває локалізаційний підхід до управління енергетичною сферою, що характеризується поняттям «енергетична локалізація».

Пропонуємо запровадити в науковий обіг термін «енергетична локалізація». На офіційному рівні в Україні такий на сьогодні відсутній. В англomовному науковому середовищі визначення «energy localization» стосується вузько специфічних напрямів у фізиці. Те поняття енергетичної локалізації, яке передбачене нами, знаходить відображення на вітрині глобальних конференцій, де лідерство займають країни Перської затоки, наприклад, міжнародний форум під егідою міністерства енергетики Саудівської Аравії «Energy Localization Forum» [14].

Під енергетичною локалізацією розуміємо націленість на підсилення місцевого потенціалу в якості ключового аспекту формування публічної енергетичної політики, що закладає розвиток та імплементацію енергетичних систем на локальному (місцевому) рівні, з наголосом на залучення регіональних ресурсів, технологій та інфраструктури. Фундаментальним завданням енергетичної локалізації є зниження залежності від централізованих енергетичних систем, підвищення рівня автономності регіонів і стійкості енергомереж.

Державна політика України в енергосфері покликана заохочувати громади і пересічних мешканців брати більше відповідальності за умови власного співіснування, а також сприяти покращенню цих умов, сповідуючи засади децентралізації, дерегуляції, лібералізації, локалізації, субсидіарності, точкового субсидування задля майбутніх поколінь.

У той час, коли пристрої зберігання енергії ще далекі від прийнятних портативних габаритів, маємо технологічне рішення з акцентом на розподіл (шеринг) енергії – віртуальні електростанції.



Розглянемо практичне застосування вказаного технологічного рішення на прикладі компанії «Tesla» [15] (табл. 1).

Таблиця 1

Опис принципу роботи ВіЕС компанії «Tesla»*

№ п/п		Принцип	Опис
1		Участь	Домовласники реєструються в програмі ВіЕС через додаток «Tesla» або партнера «Tesla», надаючи дозвіл на використання накопиченої ними енергії «Powerwall»
2		Зберігання енергії	У періоди низького попиту «Powerwall» із сонячними панелями заряджаються надлишком сонячної енергії або можуть заряджатися від мережі
3		Моніторинг мережі	«Tesla» та місцева комунальна компанія контролюють енергетичні потреби громади
4		Диспетчеризація	Коли мережа перебуває під навантаженням (наприклад, під час пікового навантаження), система ВіЕС повідомляє учасникам «Powerwalls» про необхідність повернути накопичену енергію назад у мережу
5		Підтримка громади	Об'єднана енергія від тисяч «Powerwalls» створює «віртуальну» електростанцію, забезпечуючи розподілене та стає джерело енергії, яке доповнює основну мережу та допомагає запобігти перебоєм у подачі електроенергії
6		Стимули	В обмін на надання цієї послуги учасники отримують фінансову компенсацію, таку як кредити на підтримку мережі або «зелені» тарифи

*Джерело: узагальнено автором на основі [15]

Віртуальна електростанція агрегує та координує надлишок накопиченої енергії від домашніх акумуляторів «Powerwall», що беруть участь у програмі, для підтримки ширшої мережі громади під час високого попиту або стресових умов. Програмне забезпечення «Tesla» з'єднує ці блоки, дозволяючи їм функціонувати як єдина, швидко реагуюча «віртуальна» електростанція. Коли виявляється потреба на рівні мережі, додаток «Tesla», у координації з місцевою комунальною компанією, розподіляє накопичену енергію з численних «Powerwall» для стабілізації мережі, запобігання перебоєм та забезпечення чистішою та надійнішою енергією. Учасники отримують фінансові стимули за внесок своєї накопиченої енергії в цей колективний ресурс.

На підставі інформації, наведеної в табл. 1, виділяємо переваги ВіЕС:

- для учасників: забезпечує фінансові стимули та дозволяє їм підтримувати більш зелену громаду;
- для мережі: підвищує надійність та стійкість мережі, забезпечуючи гнучкий, розподілений енергетичний ресурс під час пікового навантаження;



- для громади: сприяє більш сталій енергетичній екосистемі та зменшує залежність від традиційного виробництва електроенергії, часто на основі викопного палива.

З огляду на викладене вище, на рис. 1 узагальнимо наочну концептуальну модель системи публічного управління енергетичною сферою із втіленням ВіЕС, де урядові впливи націлені на агентів змін – відданих «зеленій» повістці і досягаються за рахунок комплексу механізмів публічного управління (організаційний, економічний, суспільно-політичний і нормативно-правовий).

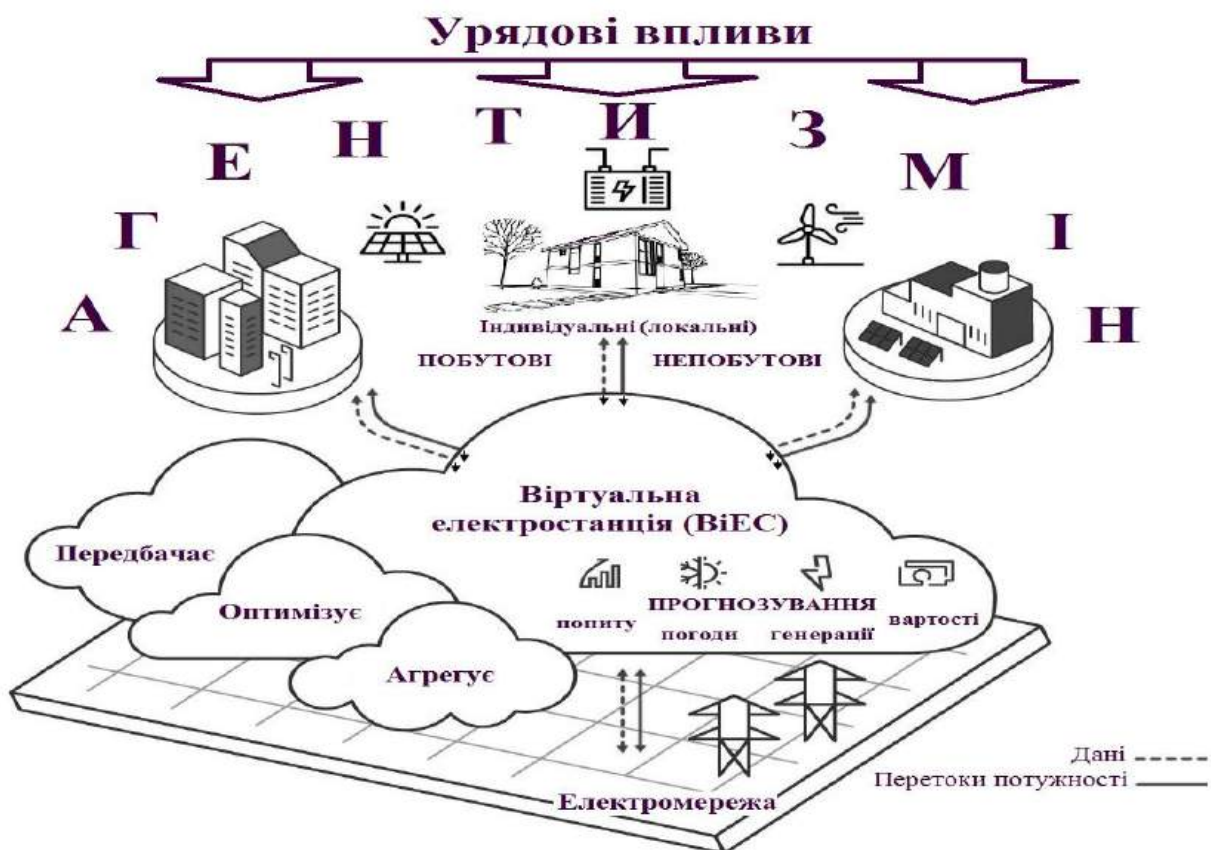


Рис. 1. Концептуальна модель системи публічного управління енергетичної сфери із застосуванням ВіЕС [узагальнено автором на основі [3; 7; 15]]

У цьому зв'язку доречно звернутися до досвіду Пуерто-Рико [16]. Географічна ізоляція, застаріла інфраструктура та повторювані руйнування від ураганів зробили острів вразливим до частих відключень електроенергії. Аналогії з Україною напрошуються самі собою. Влада Пуерто-Рико закликала до вжиття надзвичайних заходів, які допоможуть громадам швидко постачати енергію під час криз в мережі. ВіЕС є одним із таких заходів.

Підвищення стійкості веде до зниження витрат. Коли загальна мережа перебуває під навантаженням, мережа блоків «Powerwall» може постачати до 50



МВт чистої та надійної енергії домівкам та підприємствам по всьому острову (цього достатньо для задоволення пікового попиту приблизно 200 000 будинків), зменшуючи ймовірність перебоїв з електропостачанням та підвищуючи енергетичну стійкість громади. Кожна мегават-година допомагає витіснити пікові електростанції, що працюють на викопному паливі, зменшуючи витрати на енергію та викиди, одночасно зміцнюючи стійкість громади, постачаючи енергію туди, де вона споживається.

«Powerwall» завжди надає пріоритет резервному живленню житла та може автоматично заряджати пристрій до 100% до початку шторму. У разі збою мережа «Powerwall» передасть лише ту кількість енергії, яку схвалено агентом (абонентом), зупиняючись, коли вона досягне мінімальної ємності накопичувача, щоб була можливість використовувати решту для живлення будинку. Впроваджується надання кредитів на рахунки за кожен кВт·год енергії, якою ділиться агент (абонент).

В основу дослідження покладено метод аналогії та екстраполяції [17, с. 45], тобто аналіз стартових умов об'єктів, співставлення подібності якісних характеристик та пошук корисного досвіду. В нашому випадку відібрані і узагальнені обставини та якості локалізаційного аспекту в рамках публічної політики енергетичних систем Пуерто-Рико і України. Доводиться схожість стартових умов і констатується прийнятність заходів урядових впливів та їх екстраполяція на сучасні українські реалії в межах аналогічних об'єктів енергосистеми України з метою передбачення та вироблення управлінських рішень. Вибірковий метод дослідження [18, с. 77] дозволяє провести узагальнення локалізаційного контексту, структурувати матеріал та представити відповідні результати (табл. 2).

У Пуерто-Рико оголошено надзвичайну ситуацію в енергетиці, яка вимагає використання доступних енергетичних рішень для зменшення ймовірності перебоїв. ВіЕС використовує блоки «Powerwall» на острові для забезпечення негайної підтримки мережі без необхідності будь-яких нових інвестицій у інфраструктуру або тривалих процесів отримання дозволів. ВіЕС передає надійну, недорогу та сталу електроенергію від громади до мережі. Усі жителі Пуерто-Рико отримують вигоду від економії коштів на інфраструктуру. Зі зростанням цін на електроенергію та старінням інфраструктури острів стикається зі зростаючим тиском щодо задоволення потреб у електроенергії, зберігаючи при цьому доступну мережу.



Таблиця 2

**Порівняння стартових умов енергетичних систем України і
Пуерто-Рико та вплив ВіЕС***

Ключові показники	Україна	Пуерто-Рико	Ефект ВіЕС	Л О К А Л І З А Ц І Я
Обставини	Воєнні дії	Погодні катаклізми	Об'єднує громади, підвищує стійкість до обставин непереборної сили	
Імпорт енергоносіїв	Обмежений	Ізольований	Шлях до автономії	
Інфраструктура	70% комунікацій потребує оновлення	Застаріла	Оновлення інфраструктури, насамперед, за рахунок розгалуження мікромереж, монтажу обладнання та програмного забезпечення	
Залежність від викопних видів палива	Висока		Зниження залежності досягається стрімким підвищенням частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в загальній генерації	
Розвиток ВДЕ	Незначна частка в загальній генерації			
Централізована енергосистема	Нестійка		Стійкість енергосистеми забезпечується розпорошенням джерел живлення, їх множенням	
Вартість енергії	Висока		Прогнозована без різких стрибків, залежить від індивідуального внеску в загальну енергомережу	
Інвестиційні можливості індивідуального домогосподарства	Невисокі, потребують уваги з боку держави		Державні програми, приватні інвестиції, міжнародні донори, фонди в «зелену» повістку	
Політична система	Демократія		Підвищує рівень демократизації сектору енергетики завдяки більшій залученості громадян	

*Джерело: на основі [9; 16; 19]

ВіЕС керується програмним забезпеченням. Кожна «Powerwall» має вбудований інтелект, що дозволяє платформі «Opticaster» прогнозувати виробництво сонячної енергії на місці, попит домогосподарств та потреби мережі в режимі реального часу. На відміну від традиційних програм реагування на попит, які просять клієнтів зменшити споживання, ВіЕС додає електроенергію до мережі. Оскільки керування здійснюється на хмарній основі, додавання більшої кількості акумуляторів до мережі вимагає лише оновлення програмного забезпечення – жодної нової інфраструктури, контрактів на паливо чи тривалого часу будівництва. Ця ж платформа вже використовується для управління



мережами «Powerwall» у Каліфорнії, Техасі, Массачусетсі, Австралії та Великій Британії, що доводить, що вона може масштабуватися від одного району до розгортання гігаватного класу по всьому світу.

На відміну від пікових електростанцій на викопному паливі, які потребують багаторічного будівництва та десятирічних зобов'язань з ризиками нестабільних цін на паливо, ВіЕС може негайно забезпечити додаткові мегавати потужності в міру зростання впровадження сонячної енергії та накопичення енергії. Розподілений характер цієї програми усуває вузькі місця в передачі та зменшує потреби в інвестиціях у інфраструктуру.

Оскільки послуги гнучкості мережі стають дедалі ціннішими, розподілені енергетичні ресурси, створені за допомогою ВіЕС, відіграватимуть вирішальну роль у переході на чисту енергію, забезпечуючи економічні вигоди для домогосподарств-учасників та економію коштів по всій мережі.

Висновки. Енергетична локалізація виступає дієвим інструментом демократизації енергетичної сфери завдяки передачі відповідальності за місцеві енергетичні активи безпосередньо громадам. Це веде до екологічного відновлення шляхом підтримки деурбанізаційних процесів і спонукає до впровадження інноваційних технологій енергоощадження, що сприяє автономному забезпеченню життєдіяльності.

Впровадження віртуальних електростанцій як елементу демократизації сфери енергетики України сприяє підвищенню демократичного рівня в енергетиці, розширюючи участь громад, підсилюючи автономність і реалізуючи децентралізовані підходи до управління. І предметно визначається фінансовими стимулами, можливістю формувати екологічно орієнтовану спільноту, створенням надійнішої та стійкішої енергомережі завдяки гнучкому розподілу ресурсів у пікові моменти, цементуванням стабільної енергетичної екосистеми з низькою залежністю від традиційних викопних джерел.

Стратегії управління стресовими ризиками в енергетиці України мають ґрунтуватися на комплексі організаційних, економічних, політичних і законодавчих заходів, здійснених як державою, так і місцевими органами влади, відповідно до принципів прозорості, децентралізації, громадської консолідації, автономності, сталого розвитку та підвищення енергоефективності.

Досвід Пуерто-Рико у реалізації енергетичної стійкості через впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) має безпосереднє значення для формування енергетичних стратегій України. Його ключова цінність полягає в акцентуванні на локальному виробництві енергії та активізації громад. Ця практика доповнює національний підхід до підвищення енергетичної резильєнтності і є об'єктом подальших спостережень.



Аналіз світових тенденцій доводить їхню актуальність для української енергетичної політики. Основні аспекти включають: побудову ефективнішої й справедлившої енергосистеми, стимулювання місцевих ініціатив, підтримку громадських енергетичних об'єднань, розвиток місцевого планування, наближення виробництва енергії до споживача, захист від цінових коливань, зменшення територіальних нерівностей та сприяння перекваліфікації кадрів.

До перспективних факторів, що сприяють поглибленню процесів енергетичної локалізації, слід віднести підвищення ролі локальних ресурсних переваг, подальшу лібералізацію енергетичного ринку, а також поступову демократизацію та демістифікацію енергетичної сфери. Однак динаміка цих процесів істотно залежить від науково-технічних інновацій як на глобальному рівні, так і через активізацію взаємодії державного сектору, приватного бізнесу та науково-дослідних інституцій. В процесі дослідження означено стабільні технологічні рішення, втілення яких на даний момент можливе за участі закордонних акторів.

Таким чином, аналіз сучасних трансформацій енергетичного сектору України дозволяє здійснити релевантні аналогії та порівняльні оцінки з міжнародним досвідом, що є підґрунтям для подальших наукових досліджень у сфері публічної енергетичної політики.

Література:

1. Сайт журналу «The Conversation» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://theconversation.com/has-the-death-spiral-for-australias-electricity-market-begun-28581>
2. Пантелєєва І.В. Віртуальні електростанції, як реалізація розподіленої генерації енергії / І.В. Пантелєєва, Н.М. Шматько, Є.М. Шевченко // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Modernization of today's science: experience and trends : collection of scientific papers «SCIENTIA» (24 лютого 2023 року). – Сінгапур : «European Scientific Platform», 2023. – С. 143-145. – Режим доступу: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/24.02.2023>
3. Дерев'яно Д.Г. Особливості побудови та функціонування віртуальних електростанцій в умовах розвитку ОЕС України / Д.Г. Дерев'яно, Д.С. Горенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – № 3 (45). – С. 61–69. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/43be118f-358a-43a6-9366-ea164b73cd7e/content>
4. Сотник М.І. «Віртуальна електростанція»: загальна модель агрегації в електроенергетиці / М.І. Сотник, О.М. Теліженко, С.В. Шашков, Є.В. Єгоров // Грааль науки. – 2023. – № 34. – С. 33–42. – Режим доступу: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/1812>
5. Суходоля О.М. Штучний інтелект в енергетиці : аналітична доповідь / О.М. Суходоля. – К.: НІДС, 2022. – 49 с. – Режим доступу: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzhenno-sukhodolya_02-1.pdf
6. Малогулко Ю.В. Дослідження функціонування віртуальних електростанцій / Ю.В. Малогулко. – В.: ВНТУ. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/41186/18509.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
7. Сайт компанії «Enel X» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.enelx.com/>



jp/en/question-and-answer/what-is-virtual-power-plant

8. Сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rada.gov.ua/news/razom/238456.html>

9. Сайт Міністерства енергетики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mev.gov.ua>

10. Energy Democracy: Advancing Equity in Clean Energy Solutions. By Denise Fairchild, Al Weinrub. Island Press, 2017. 288 p. – Режим доступу: <https://link.springer.com/book/10.5822/978-1-61091-852-7>

11. Local Is Our Future: Steps to an Economics of Happiness. By Helena Norberg-Hodge. Published by Local Futures USA, UK, Australia, Mexico, 2019. 160 p. – Режим доступу: <https://dokumen.pub/local-is-our-future-steps-to-an-economics-of-happiness-paperbacknbsped-1732980403-9781732980402.html>

12. Patterson, W. (2019). Energy as a service: light, heat, mobility, information. – Режим доступу: <https://energypost.eu/stop-selling-electricity-start-selling-the-service-light-heat-mobility-information/>

13. The Good Ancestor: How to Think Long Term in a Short-Term World, by Roman Krznaric. London: W.H. Allen, 2020; 336 p. – Режим доступу: <https://www.romankrznaric.com/good-ancestor>

14. Сайт форуму «Energy Localization Forum» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://energylocalization.com/>

15. Сайт компанії «Tesla» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tesla.com/powerwall>

16. Сайт компанії «Tesla Puerto-Rico» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tesla.com/puerto-rico>

17. Петровський П. М. *Методологія наукового дослідження в галузі державного управління : навч. посіб.* Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2015. 240 с.

18. *Методологія наукових досліджень з публічного управління [навч. посібник для магістрантів спеціальності 281 «Публічне управління та адміністрування»] /уклад. Сич. Т. В.; Держ. закл «ЛНУ імені Тараса Шевченка». – Х., 2018. 164 с.*

19. Енергетична стратегія. Міністерство енергетики України. 08.02.2022. – Режим доступу: <https://www.mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya>

References:

1. Sait zhurnalu «The Conversation» [Site of journal «The Conversation»]. *theconversation.com*. Retrieved from <https://theconversation.com/has-the-death-spiral-for-australias-electricity-market-begun-28581>

2. Pantielieieva, I.V., Shmatko, N.M., & Shevchenko, Ye.M. (2023). Virtualni elektrostantsii iak realizatsiia rozpodilenoii heneratsii enerhii [Virtual power plants as an implementation of distributed energy generation]. Proceedings of the *III Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Modernization of today's science: experience and trends : collection of scientific papers «SCIENTIA» – The 3rd Intern. Scien. and Theoret. Conf. (pp. 143-145). Singapore: «European Scientific Platform»*. Retrieved from <https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/24.02.2023> [in Ukrainian].

3. Derevianko, D.H., & Horenko, D.S. (2016). Osoblyvosti pobudovy ta funktsionuvannia virtualnykh elektrostantsii v umovakh rozvytku OES Ukrainy [Features of the construction and operation of virtual power plants in the context of the development of the Unified Energy System of



Ukraine]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia* – *Energy: economics, technologies, ecology*, 3 (45), 61-69. Retrieved from <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/43be118f-358a-43a6-9366-ea164b73cd7e/content> [in Ukrainian].

4. Sotnyk, M.I., Telizhenko, O.M., Shashkov, Ye.V., & Yehorov, Ye.V. (2023). «Virtualna elektrostantsiia»: zahalna model ahrehatsii v elektrotehnitsi [«Virtual Power Plant»: a general aggregation model in the electric power industry]. *Hraal nauky – Grail of Science*, 34, 33-42. Retrieved from <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/1812> [in Ukrainian].

5. Sukhodolia, O.M. (2022). *Shtuchnyi intelekt v enerhetytsi: analitychna dopovid [Artificial intelligence in energy : analytical report]*. Kyiv: Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen. Retrieved from: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzhenosukhodolya_02-1.pdf [in Ukrainian].

6. Malogulko, Yu.V. *Doslidzhennia funktsionuvannia virtualnykh elektrostantsii [Research into the functioning of virtual power plants]*. (n.d.). Vinnytsia: Vinnytskyi natsionalnyi tekhnichnyi eniversytet. Retrieved from: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/41186/18509.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [in Ukrainian].

7. Site «Enel X» Company. *enelx.com*. Retrieved from <https://www.enelx.com/jp/en/question-and-answer/what-is-virtual-power-plant>

8. Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy [Site of the Parliament of Ukraine]. *rada.gov.ua*. Retrieved from <https://www.rada.gov.ua/news/razom/238456.html> [in Ukrainian].

9. Sait Ministerstva enerhetyky Ukrainy [Site of the Ministry of Energy of Ukraine]. *mev.gov.ua*. Retrieved from <https://www.mev.gov.ua> [in Ukrainian].

10. Energy Democracy: Advancing Equity in Clean Energy Solutions. By Denise Fairchild, Al Weinrub. *Island Press*, 2017. 288 p. Retrieved from <https://link.springer.com/book/10.5822/978-1-61091-852-7>

11. Local Is Our Future: Steps to an Economics of Happiness. By Helena Norberg-Hodge. Published by *Local Futures USA, UK, Australia, Mexico*, 2019. 160 p. Retrieved from <https://dokumen.pub/local-is-our-future-steps-to-an-economics-of-happiness-paperbacknbped-1732980403-9781732980402.html>

12. Patterson, W. (2019). Energy as a service: light, heat, mobility, information. Retrieved from <https://energypost.eu/stop-selling-electricity-start-selling-the-service-light-heat-mobility-information/>

13. The Good Ancestor: How to Think Long Term in a Short-Term World, by Roman Krznaric. London: W.H. Allen, 2020; 336 p. Retrieved from <https://www.romankrznaric.com/good-ancestor>

14. Site of the forum «Energy Localization Forum». *energylocalization.com*. Retrieved from <https://energylocalization.com/>

15. Site «Tesla» Company. *tesla.com*. Retrieved from <https://www.tesla.com/powerwall>

16. Site «Tesla Puerto-Rico» Company. *tesla.com/Puerto-rico*. Retrieved from <https://www.tesla.com/puerto-rico>

17. Petrovsky P. *Methodology of scientific research in the field of public administration: a teaching manual*. — Lviv: LRIDU NADU, 2015. 240 p. [in Ukrainian].

18. Methodology of scientific research in public administration [study guide for master's students of specialty 281 «Public administration and management»] /compiled by Sych. T.; *State Publishing House of Taras Shevchenko National University of Lviv*. – Kh., 2018. 164 p. [in Ukrainian].

19. Energy Strategy. *Ministry of Energy of Ukraine*. 08.02.2022. Retrieved from <https://www.mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya> [in Ukrainian].