

DOI: <http://doi.org/10.32750/2025-0126>

УДК 355.02:005.342:620.9

JEL Classification: H56, M53, O32, Q42

Ткач Дмитро Костянтинівич

доктор філософії з економіки

науковий співробітник Центру інновацій та технологічного розвитку

ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України»

Київ, Україна

ORCID ID: 0009-0009-1401-3324

e-mail: dtkach1994@gmail.com

Васильєва Олена Владиславівна

кандидат економічних наук

завідувач Центру інновацій та технологічного розвитку

ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України»

Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-7502-5702

e-mail: lena_vovchenko@ukr.net

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕКТОР УКРАЇНИ У ВОЄННИЙ І ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД: СТРАТЕГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню актуальних інноваційних стратегій та підходів до відновлення та розвитку енергетичного сектору України в умовах повномасштабної війни. Предметом дослідження стали інноваційні підходи до відновлення та модернізації енергетичного сектору України в умовах війни, зокрема децентралізація енергетики, розвиток розподіленої генерації, використання відновлюваних джерел енергії, цифровізація енергетичної інфраструктури та посилення її кібербезпеки. Мета дослідження: проаналізувати інноваційні підходи до відновлення енергетичного сектору України в умовах війни, визначити основні виклики, можливості та перспективи їх впровадження для забезпечення енергетичної безпеки, стійкості та сталого розвитку країни. Методологія цього дослідження ґрунтується на міждисциплінарному підході, що поєднує елементи економіки, енергетики, національної безпеки та інноваційних технологій. Ця методологія дозволяє комплексно дослідити інноваційні підходи до відновлення енергетичної інфраструктури України в умовах війни, а також прогнозувати можливі шляхи та стратегії для забезпечення енергетичної безпеки та сталого розвитку в майбутньому. Дослідження показало, що відновлення енергетичної інфраструктури України потребує комплексного підходу, який включає не тільки традиційні методи відновлення, але й інноваційні рішення. При цьому, перехід до відновлювальних джерел енергії та цифровізація енергетичних процесів є ключовими для забезпечення енергетичної безпеки і сталого розвитку. Таким чином, результати мають широкий спектр застосування у різних сферах, що сприяє ефективному відновленню енергетичної інфраструктури України та розвитку стійкої і енергетично незалежної країни.

Ключові слова: інноваційні стратегії; відновлення енергетичного сектору; енергетична безпека; відновлювані джерела енергії; енергоефективність; цифровізація; сталий розвиток.

ВСТУП

Постановка проблеми. Енергетичний сектор України зазнав значних руйнувань та пошкоджень внаслідок військової агресії. Це створило нагальну потребу у відновленні та модернізації енергетичної інфраструктури країни з використанням інноваційних підходів, які б забезпечили не лише відбудову, але й підвищення енергетичної безпеки, ефективності та стійкості енергосистеми. Основна проблема полягає у визначенні та впровадженні найбільш ефективних інноваційних рішень для відновлення енергетичного сектору в умовах обмежених ресурсів та постійних загроз військового характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інноваційні підходи до відновлення енергетичного сектору України в умовах війни залишаються актуальним об'єктом досліджень як для українських, так і для міжнародних науковців. Аналізуючи доступні публікації, можна виділити низку ключових досліджень. Зокрема, статті висвітлюють питання децентралізації енергетики, зеленої трансформації та модернізації інфраструктури. Аналітичний центр Центр Разумкова зосереджує увагу на перспективах декарбонізації енергетичного сектору та розвитку відновлюваної енергетики [1], [2]. Міжнародні організації, зокрема Wilson Center, аналізують стан енергетичного сектору України після десятиліття війни, підкреслюючи необхідність комплексного підходу до його відновлення [3]. Energy Community пропонує детальний план розвитку відновлюваної енергетики у поствоєнний період [4].

У дослідженні «Razom We Stand» розглядаються питання інвестування у старі вугільні електростанції порівняно з новими децентралізованими технологіями зеленої генерації [5]. ПРООН у своєму звіті «Зелене відновлення України» формулює практичні рекомендації для інтеграції відновлюваних джерел енергії [6]. Значну увагу тематиці відновлення енергетики приділяють і українські вчені. Наприклад, у статті «Модернізація енергетичного сектору як пріоритетний напрям повоєнного відновлення України» [7] досліджується роль інновацій у модернізації енергетичної інфраструктури, що є ключовим для забезпечення енергетичної незалежності. Загалом, вивчення цієї тематики вимагає міждисциплінарного підходу, який об'єднує знання з економіки, енергетики та національної безпеки. Результати досліджень активно публікуються в наукових журналах [8] – [10], обговорюються на міжнародних конференціях і сприяють пошуку ефективних рішень для зміцнення енергетичної безпеки України, що залишається актуальним і сьогодні.

Мета статті полягає в аналізі інноваційних підходів до відновлення енергетичного сектору України в умовах війни, визначенні основних викликів, можливостей та перспектив їх впровадження для забезпечення енергетичної безпеки, стійкості та сталого розвитку країни.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Децентралізація та розподілена генерація — ключ до енергетичної безпеки України. У сучасних реаліях України, особливо в умовах війни, розвиток децентралізованої та розподіленої генерації енергії набуває критичного значення. Ця інноваційна концепція передбачає створення розгалуженої системи виробництва та передачі енергії, що базується на множинних джерелах, розташованих безпосередньо поблизу споживачів.

Розподілена генерація має низку суттєвих переваг, які роблять її особливо привабливою для України. Перш за все, вона значно підвищує енергетичну стійкість та безпеку країни, зменшуючи залежність від централізованих джерел енергії. Це особливо важливо в умовах війни, коли централізовані системи стають вразливими до масштабних атак на енергетичну інфраструктуру. Розподілена генерація забезпечує можливість швидкого відновлення енергопостачання у разі пошкоджень, що є критичним для підтримки життєдіяльності населення та функціонування критичної інфраструктури [9]. Розподілена генерація дозволяє мінімізувати ризики, адже пошкодження одного об'єкта не паралізує всю систему. Наприклад, сонячні панелі на дахах будинків або малі вітрові установки можуть забезпечувати енергію навіть у разі руйнування магістральних ліній.

Крім того, впровадження розподіленої генерації стимулює розвиток локальної економіки та створення нових робочих місць, а також оптимізує витрати на електричну і теплову енергію. Це сприяє загальному економічному зростанню та підвищенню

енергетичної незалежності регіонів. Локальні джерела генерації забезпечують громадам незалежність від центральних постачальників. Це особливо важливо для віддалених регіонів, які часто страждають від обмеженого доступу до енергетичних ресурсів. Установлення сонячних панелей у сільських громадах, наприклад, дає змогу вирішувати проблему енергопостачання в регіонах із обмеженою інфраструктурою.

У контексті розподіленої генерації особливу роль відіграють відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Вони є місцевими енергоресурсами, доступними для всіх регіонів України, що забезпечує енергетичну незалежність від імпортованих енергоносіїв. Сонячна та вітрова енергетика розвиваються найбільш стрімко, демонструючи значний потенціал для подальшого росту. Україна володіє достатніми потужностями для заміщення значної частини російських енергоресурсів своєю відновлюваною генерацією про що свідчить міжнародна статистика (табл. 1).

Таблиця 1

Місце України в світових енергетичних рейтингах

Рік	Рейтинговий показник
2019	1) Україна увійшла у ТОП-10 країн світу за темпами розвитку відновлюваної енергетики; 2) Україна посіла 8 місце за інвестиційною привабливістю країни у питанні розвитку низьковуглецевих джерел енергії і будівництва «зеленої» економіки.
2020	Україна увійшла у у ТОП-5 європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики.
2021	Україна була на 48 місці за показником загального інвестиційного потенціалу держави.

Джерело: створено авторами за даними [10]

Для стимулювання розвитку розподіленої генерації в Україні вже здійснено ряд важливих законодавчих змін. Зокрема, спрощено процедуру підключення об'єктів розподіленої генерації до електромереж, надано пільги для виробників електроенергії з ВДЕ та внесено зміни до законодавчих актів щодо будівництва генерації. Однак для повноцінного розвитку цього напрямку необхідні подальші кроки. Зокрема, важливо розробити та прийняти комплексну програму розвитку розподіленої генерації, створити офіс готових рішень для спрощення процесу встановлення електростанцій, підготувати фахівців європейського рівня у сфері відновлюваної енергетики. Не менш важливим є підвищення обізнаності населення щодо можливостей та переваг енергетичних кооперативів.

Варто зауважити, що у 2021 р. енергетичний сектор України опинився на роздоріжжі: який напрямок розвитку обере держава. Тому що, з однієї сторони, Уряд почав поетапно виконувати свої зобов'язання, які були передбачені Меморандумом «Про Взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у сфері відновлюваної енергетики України», укладеним в червні 2020 р. А з іншої сторони, на рівні держави виникли спроби визнати «зелений» тариф як такий, що був прийнятий у неконституційний спосіб [11]. Також, наступна дилема, коли з одного боку, Президент України підписав Глобальний вітроенергетичний маніфест в рамках COP26 та взяв міжнародне зобов'язання повністю припинити внутрішнє споживання вугілля до 2035 р. [12] і почати поступово виводити з експлуатації теплову генерацію. При цьому, з іншого боку, Уряд України прийняв державну програму з розвитку атомно-промислового комплексу до 2026 р. [13].

Очевидно, що початок повномасштабного вторгнення росії на територію України залишає сектор ВДЕ у стані невизначеності. Військові дії, руйнування інфраструктури, економічні виклики та зниження інвестиційної активності створили безпрецедентні труднощі для галузі, яка раніше демонструвала стабільне зростання. В умовах війни

ключовими напрямками є збереження існуючих потужностей, децентралізація енергогенерації та активна співпраця з міжнародними партнерами. Після завершення війни відновлювана енергетика може стати основою для трансформації енергетичного сектору України, створюючи передумови для енергетичної незалежності та інтеграції в європейський ринок.

Розвиток розподіленої генерації та децентралізованої відновлюваної енергетики є не просто технологічним трендом, а ключовим фактором забезпечення енергетичної безпеки та незалежності України. В умовах війни та подальшого післявоєнного відновлення, ця стратегія набуває особливого значення, забезпечуючи стійкість енергетичної системи країни та створюючи основу для сталого економічного розвитку. Таким чином, інвестиції у розподілену генерацію та відновлювані джерела енергії — це інвестиції у майбутнє України, її енергетичну незалежність та економічну стабільність. Це шлях до створення більш стійкої, ефективної та екологічно чистої енергетичної системи, здатної протистояти викликам сьогодення та майбутнього [3].

Ключовою проблемою для сектору ВДЕ стало фізичне руйнування інфраструктури. Значна частина об'єктів відновлюваної енергетики, зокрема сонячні електростанції (СЕС) і вітрові електростанції (ВЕС), розташовані в регіонах, які постраждали від бойових дій, зокрема на півдні та сході України. Наприклад, у Херсонській області, яка була тимчасово окупована, понад 80% СЕС зазнали пошкоджень або втратили можливість працювати через руйнування енергомереж. Наслідком стали проблеми з інтеграцією в енергосистему. Руйнування магістральних ліній електропередачі ускладнює транспортування енергії з об'єктів ВДЕ до споживачів. Особливо це стосується великих станцій, які генерують надлишок енергії, але не можуть його передати через пошкоджену інфраструктуру. Відповідно для вирішення таких питань варто адептувати енергетичний сектор до умов війни. Наприклад, у поточних умовах локальні джерела енергії, такі як СЕС на дахах будинків, стають більш актуальними. Вони дозволяють забезпечувати енергією окремі громади чи домогосподарства, зменшуючи залежність від централізованих постачальників. Великі об'єкти ВДЕ, такі як промислові ВЕС, стали вразливими до військових дій. Натомість малі СЕС та мікро-гідроелектростанції (ГЕС) мають більше шансів уникнути руйнувань та бути інтегрованими в локальні мережі.

Війна спричинила відтік іноземних інвестицій із сектору ВДЕ. Інвестори вважають український ринок ризикованим, що ускладнює фінансування нових проєктів та модернізацію існуючих. Але, попри виклики, Україна отримує значну допомогу від міжнародних партнерів. Наприклад, Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) надає фінансову підтримку для відновлення енергетичної інфраструктури. Також ЄС висловив готовність інвестувати в проєкти ВДЕ в Україні після завершення війни. Тим більше, Україна має значний потенціал у виробництві відновлюваної енергії, що відповідає стратегічним цілям ЄС у напрямку декарбонізації.

У сучасному світі енергетичний сектор зазнає значних трансформацій завдяки впровадженню інноваційних технологій. Україна, прагнучи досягти енергетичної незалежності, ефективності та екологічної стійкості, активно інтегрує цифровізацію та модернізацію у свою енергетичну систему. Ці процеси не лише підвищують надійність енергопостачання, а й створюють передумови для сталого розвитку галузі [4]. Україна має всі передумови для успішної цифрової трансформації енергетичного сектору. Інноваційні рішення, такі як «розумні» мережі, автоматизація обліку та системи зберігання енергії, створюють платформу для підвищення ефективності та безпеки енергопостачання. Активна співпраця з міжнародними партнерами, розвиток

інфраструктури та підтримка інновацій на державному рівні є ключем до побудови сучасної, екологічної та стійкої енергетичної системи.

Цифровізація енергетичного сектору України — це не просто тренд, а необхідність, продиктована викликами сучасності. Впровадження цифрових технологій дозволяє оптимізувати роботу енергосистеми, забезпечуючи більш ефективне управління ресурсами та покращуючи якість послуг для споживачів. Одним з ключових напрямків цифровізації є інтеграція різних джерел енергії та типів споживачів у єдину систему. Virtual Power Plants — дозволяє створити гнучку та адаптивну енергетичну мережу, здатну швидко реагувати на зміни попиту та пропозиції. Завдяки цифровим платформам стає можливим ефективніше балансування енергосистеми, що особливо важливо в умовах зростання частки відновлюваних джерел енергії. Покращення моніторингу та контролю в реальному часі — ще один важливий аспект цифровізації. Сучасні системи збору та аналізу даних дозволяють операторам енергосистеми миттєво отримувати інформацію про стан мережі, прогнозувати можливі проблеми та вживати превентивних заходів. Це значно підвищує надійність енергопостачання та зменшує ризики аварій [14].

Впровадження концепції Smart Grid (розумних мереж) стає наріжним каменем модернізації енергетичного сектору України. Ця технологія дозволяє не лише оптимізувати використання наявних енергоресурсів, але й суттєво зменшити потребу в будівництві нових генеруючих потужностей. Smart Grid системи забезпечують двосторонній обмін інформацією між постачальниками та споживачами електроенергії. Це дає можливість споживачам активно брати участь в управлінні власним енергоспоживанням, а постачальникам — більш точно прогнозувати попит та оптимізувати виробництво енергії. Впровадження смарт-лічильників та інтелектуальних систем управління енергоспоживанням дозволяє значно знизити втрати при передачі та розподілі електроенергії. Крім того, ці технології сприяють інтеграції відновлюваних джерел енергії, роблячи енергосистему більш екологічною та стійкою [15].

Українські енергетичні компанії, такі як ДТЕК, активно працюють над цифровізацією та автоматизацією електричних мереж, перетворюючи їх на «розумні мережі». Це сприяє розвитку сучасних міст та забезпечує більш ефективне управління енергопостачанням. У червні 2021 р. ДТЕК спільно з Vodafone Україна та Ericsson оголосили про початок проекту Smart Factory 5G. Цей проект передбачає використання технології 5G для автоматизації та підвищення ефективності виробничих процесів в енергетичному секторі [16].

Використання Інтернету речей (IoT) для автоматизації роботи систем освітлення, кондиціонування та обігріву у будівлях дає можливість зекономити енергію та знизити витрати для домогосподарств і підприємств. Платформи для однорангового продажу енергії (P2P energy trading), де домогосподарства можуть продавати надлишки сонячної енергії іншим споживачам, забезпечують прозорість, автоматизацію розрахунків і зниження адміністративних витрат. Ці технології активно впроваджуються в багатьох країнах, сприяючи трансформації енергетичного сектору в більш екологічний і клієнтоорієнтований.

З розвитком цифрових технологій в енергетичному секторі зростає важливість забезпечення кібербезпеки. Україна вже стикалася з масштабними атаками, наприклад, атакою на «Прикарпаттяобленерго» у 2015 р., яка призвела до знеструмлення кількох регіонів. Інвестиції в захист енергетичної інфраструктури від кіберзагроз стають критично важливими для національної безпеки України. Захист критичної інфраструктури, забезпечення безперебійності енергопостачання та захист персональних даних споживачів — ось ключові аспекти кібербезпеки в енергетиці. Впровадження

передових технологій захисту, таких як блокчейн, може значно підвищити рівень захищеності інформації в енергетичному секторі, забезпечуючи надійність та прозорість операцій [8].

Важливим завданням є відокремлення критичних систем від менш важливих, щоб обмежити вплив потенційних атак, тобто використання окремих мереж для управління системами енергетики (SCADA) та корпоративних IT-мереж. У зв'язку з подіями в Україні є постійні перебої в енергопостачанні, що становить загрозу для національної безпеки та економіки країни. У відповідь на ці виклики можна використати приклад США, де було запропоновано два підходи до вирішення такої проблеми. Перший передбачає створення так званої «розумної мережі», яка забезпечить підвищення ефективності, стабільності та надійності енергосистеми. Хоча цей підхід вимагає значних фінансових інвестицій, він набуває популярності завдяки своєму потенціалу покращити безпеку енергопостачання на національному рівні, зробивши виробництво та споживання енергії більш раціональним. Другий варіант акцентує увагу на розвитку «розподіленої генерації», наприклад, шляхом встановлення сонячних панелей на дахах будинків. Цей підхід ґрунтується на ідеї, що наявність численних джерел енергії забезпечує вищий рівень безпеки, ніж залежність від обмеженої кількості великих генераторів [17, с. 20].

Щодо підвищення рівня захищеності інформації в енергетичних системах необхідно вжити низку заходів, які охоплюють як технічні, так і організаційні аспекти. Впровадження 2FA для працівників та партнерів допомагає значно знизити ризик несанкціонованого доступу до інформаційних систем. Наприклад, крім стандартного пароля, можна використовувати додаткові фактори ідентифікації, такі як одноразові паролі (OTP), що надходять на мобільні телефони, або біометричні дані (відбитки пальців чи розпізнавання обличчя). У 2021 р. компанія Colonial Pipeline, після кібератаки на свої системи [18], запровадила 2FA як обов'язкову вимогу для всіх співробітників для запобігання подібним інцидентам у майбутньому.

Усі дані, що передаються між компонентами енергетичних систем, мають бути шифровані за допомогою сучасних криптографічних протоколів, таких як TLS (Transport Layer Security). Наприклад, у «розумних мережах» це дозволяє захистити канали передачі даних від перехоплення чи модифікації зловмисниками. Компанія Siemens використовує стандарти шифрування у своїх рішеннях для інтелектуальних енергетичних систем, що забезпечує високий рівень захисту переданих даних.

Цифрові сертифікати забезпечують перевірку автентичності джерела інформації та збереження її цілісності. Наприклад, у SCADA-системах (системах диспетчерського управління та збору даних) сертифікати використовуються для підтвердження правомірності команд та сигналів між компонентами. Також, необхідно дотримуватись як національних нормативних актів, так і міжнародних стандартів у сфері кібербезпеки: NERC CIP (Critical Infrastructure Protection), що встановлює стандарти для захисту критичної енергетичної інфраструктури [19]; ISO/IEC 27000, який регламентує управління інформаційною безпекою [20]. У 2023 році українські енергетичні компанії активно адаптували свої процеси відповідно до вимог ISO/IEC 27001 для підвищення рівня стійкості до кіберзагроз.

Координація з такими установами, як Держспецзв'язку України, дозволяє ефективніше обмінюватися інформацією про загрози, проводити аудит безпеки та впроваджувати спільні заходи захисту. Наприклад, створення центру реагування на кіберінциденти (CERT-UA), який відіграв ключову роль у розслідуванні та подоланні наслідків атаки на українську енергосистему у 2015 р., відомої як BlackEnergy. Під час

цієї кібератаки було порушено електропостачання близько 225 тисяч домогосподарств, але завдяки злагодженим діям CERT-UA вдалося мінімізувати вплив та відновити роботу систем. Наслідки атаки NotPetya 2017 р. теж були врегульовані за учасі цього центру [21]. Надалі важливо продовжувати розвивати цю співпрацю, впроваджуючи інноваційні технології та поглиблюючи інтеграцію з міжнародними ініціативами.

Важливо регулярно проводити тренінги для працівників з питань інформаційної безпеки. Практичним прикладом є симуляційні навчання, які проводяться в рамках міжнародних ініціатив, таких як Cyber Polygon [22]. Учасники відпрацьовують дії у разі кібератак, що дозволяє їм бути готовими до реальних інцидентів. Під час тренінгів важливо формувати у працівників розуміння значущості їхніх дій для безпеки компанії. Наприклад, навчання розпізнаванню соціальної інженерії чи шкідливих електронних листів може запобігти витоку даних. Участь у глобальних ініціативах, таких як Cyber Polygon, забезпечує обмін досвідом та покращення іміджу України як країни, здатної ефективно протистояти кіберзагрозам.

Комплексне впровадження цих заходів дозволить забезпечити високий рівень захищеності інформації в енергетичних системах, знизити ризики кібератак та забезпечити стабільну роботу критичної інфраструктури. Посилення кібербезпеки в енергетичному секторі України є ключовим для забезпечення надійності енергопостачання, стійкості до кібератак та захисту від гібридних загроз.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Енергетичний сектор України зазнав значних руйнувань внаслідок військової агресії, що створило нагальну потребу у його відновленні та модернізації з використанням інноваційних підходів. Ключовими напрямками інноваційного розвитку енергетики України в умовах війни є децентралізація та розподілена генерація, розвиток відновлюваних джерел енергії, цифровізація та модернізація енергетичної інфраструктури. Децентралізація та розподілена генерація енергії набувають критичного значення для забезпечення енергетичної безпеки України. Цей підхід підвищує стійкість енергосистеми, зменшує залежність від централізованих джерел, стимулює розвиток локальної економіки та створення нових робочих місць. Особливу роль у цьому контексті відіграють відновлювані джерела енергії, які забезпечують енергетичну незалежність від імпортованих енергоносіїв.

Цифровізація енергетичного сектору дозволяє оптимізувати роботу енергосистеми, забезпечуючи ефективніше управління ресурсами та покращуючи якість послуг для споживачів. Впровадження концепції Smart Grid (розумних мереж) стає ключовим елементом модернізації, дозволяючи оптимізувати використання енергоресурсів та інтегрувати відновлювані джерела енергії. Для успішної реалізації цих інноваційних підходів необхідні подальші законодавчі зміни, розробка комплексних програм розвитку, підготовка кваліфікованих фахівців та підвищення обізнаності населення. Важливим аспектом також є забезпечення кібербезпеки енергетичної інфраструктури. Інвестиції у ці напрямки — це інвестиції у майбутнє України, її енергетичну незалежність та економічну стабільність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Декарбонізація української енергетики (економіки): вплив російської агресії, амбітні цілі та потенційні можливості для України в післявоєнний період. URL : <https://razumkov.org.ua/images/2022/10/26/2022-Decarbonisation.pdf>
2. Омельченко В. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни. URL : <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>

3. Prokip A. The State of Ukraine's Energy Sector after Ten Years of War. URL : <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/state-ukraines-energy-sector-after-ten-years-war>
4. Post War Development of the Renewable Energy Sector in Ukraine. URL : <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.energy-community.org/dam/jcr:063d888c-dd3d-469c-a2b3-68d6130b30f5/intec%25202024%2520UA%2520post%2520war%2520RE%2520Development.pdf&ved=2ahUK-Ewjvzfz0sLeLAXV7KxAlHdy3FE0QFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw3C3ORdzzJyheGG2Xxie3W>
5. Rebuilding the Ukrainian power sector: investing in old coal-fired power plants or new decentralized green generation? URL : <https://razomwestand.org/reports/rebuilding-ukrainian-power-sector>
6. Зелене відновлення України: керівні принципи та інструменти для тих, хто ухвалює рішення. URL : <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf>
7. Трещов М. Модернізація енергетичного сектору як пріоритетний напрям повоєнного відновлення України. Науковий вісник: Державне управління. 2024. № 1 (15). С. 28–45.
8. Ткач Д. К. Теоретико-методичні аспекти оцінки інвестиційної привабливості підприємства. Вчені записки Університету «КРОК». 2024. № 1 (68). С. 123-135.
9. Шарпльська Н., Makeienko P. Innovative solutions for ensuring energy security of Ukraine and the world. Академічний огляд. 2023. № 2 (59). С. 284-297.
10. Mitri M. E., Maia S., Fonseca Teixeira A. P., Foroni L. Climatescope 2023. URL : <https://www.global-climatescope.org/downloads/climatescope-2023-report-en.pdf>
11. Конституційне подання № 2019-VIII від 13 квітня 2017 р. URL : https://ccu.gov.ua/sites/default/files/3_332_2020.pdf
12. Harvey, F., Ambrose, J., & Greenfield, P. More than 40 countries agree to phase out coal-fired power. URL : <https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/03/more-than-40-countries-agree-to-phase-out-coal-fired-power>
13. Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми розвитку атомно-промислового комплексу на період до 2026 року : Розпорядження КМУ № 1804-р від 29 грудня 2021 р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1804-2021-p#Text>
14. Energy independence. URL : <https://www.kmu.gov.ua/en/news/energy-independence>
15. Форум «Україна 30: Цифровізація»: цифровізація та автоматизація мережі перетворюють українські мережі в «розумні» Smart Grid. URL : <https://grids.dtek.com/media-center/press/all-ukrainian-forum-ukraine-30-digitalization-digitalization-and-network-automation-are-turning-ukrainian-grids-into-smart-grid/>
16. Осика Д. Цифровізація як запорука сталого розвитку енергетичної галузі. URL : <https://interfax.com.ua/news/blog/757318.html>
17. Вовченко О. В. Масштабність проблеми забезпечення енергетичної безпеки. Проблеми ситсемного підходу в економіці. 2022. № 3 (89). С. 18-24.
18. Mittal M. Colonial Pipeline Cyberattack Drives Urgent Reforms in Cybersecurity and Critical Infrastructure Resilience. International Journal of Oil, Gas and Coal Engineering. 2024. Vol. 12, № 5. Pp. 106-119.
19. Awati R. North American Electric Reliability Corporation Critical Infrastructure Protection (NERC CIP). URL : [https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/North-American-Electric-Reliability-Corporation-Critical-Infrastructure-Protection-NERC-CIP#:~:text=The%20North%20American%20Electric%20Reliability,\(BES\)%20in%20North%20America.](https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/North-American-Electric-Reliability-Corporation-Critical-Infrastructure-Protection-NERC-CIP#:~:text=The%20North%20American%20Electric%20Reliability,(BES)%20in%20North%20America.)
20. SO/IEC 27000. Series of standards. URL : <https://intercert.com.ua/articles/regulatory-documents/210-iso-27000>
21. Computer Emergency Response Team of Ukraine. URL : <https://cert.gov.ua>
22. Cyber Polygon. URL : <https://cyberpolygon.com>

Dmytro Tkach

PhD of Economics

Research Fellow at the Center for Innovation and Technological Development

State Institution "G.M. Dobrov Institute for Scientific and Technological
Potential and Science History Studies of the NAS of Ukraine"

Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0009-0009-1401-3324

*e-mail: dtkach1994@gmail.com***Olena Vasylieva**

PhD of Economics

Head of the Innovation and Technological Development Center

State Institution "G.M. Dobrov Institute for Scientific and Technological
Potential and Science History Studies of the NAS of Ukraine"

Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0001-7502-5702

*e-mail: lena_vovchenko@ukr.net***THE ENERGY SECTOR OF UKRAINE IN THE WARTIME AND POST-WAR
PERIOD: STRATEGIC APPROACHES AND INNOVATIVE SOLUTIONS**

Abstract. This article is dedicated to the study of current innovative strategies and approaches for the recovery and development of Ukraine's energy sector under full-scale war conditions. The subject of the study was innovative approaches to the restoration and modernization of the energy sector of Ukraine in wartime, in particular, energy decentralization, the development of distributed generation, the use of renewable energy sources, the digitalization of energy infrastructure and strengthening its cybersecurity. The purpose of the study: to analyze innovative approaches to the restoration of the energy sector of Ukraine in wartime, to identify the main challenges, opportunities and prospects for their implementation to ensure energy security, stability and sustainable development of the country. The methodology of this study is based on an interdisciplinary approach that combines elements of economics, energy, national security and innovative technologies. This methodology allows for a comprehensive study of innovative approaches to the restoration of the energy infrastructure of Ukraine in wartime, as well as to predict possible ways and strategies for ensuring energy security and sustainable development in the future. The study showed that the restoration of the energy infrastructure of Ukraine requires a comprehensive approach that includes not only traditional restoration methods, but also innovative solutions. At the same time, the transition to renewable energy sources and the digitalization of energy processes are key to ensuring energy security and sustainable development. Thus, the results have a wide range of applications in various areas, contributing to the effective restoration of Ukraine's energy infrastructure and the development of a sustainable and energy-independent country.

Keywords: innovative strategies; energy sector recovery; energy security; renewable energy sources; energy efficiency; digitalization; sustainable development.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Decarbonization of the Ukrainian Energy (Economy): The Impact of Russian Aggression, Ambitious Goals, and Potential Opportunities for Ukraine in the Post-War Period. (n.d.). Retrieved February 24, 2025, from <https://razumkov.org.ua/images/2022/10/26/2022-Decarbonisation.pdf> [in Ukrainian]
2. Omelchenko, V. (n.d.). The Ukrainian renewable energy sector before, during, and after the war. Retrieved February 25, 2025, from <https://razumkov.org.ua/statti/sekto-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny> [in Ukrainian]
3. Prokip, A. (n.d.). The State of Ukraine's Energy Sector after Ten Years of War. Retrieved from <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/state-ukraines-energy-sector-after-ten-years-war>
4. Post-War Development of the Renewable Energy Sector in Ukraine. (n.d.). Retrieved from <https://www.energy-community.org/dam/jcr:063d888c-dd3d-469c-a2b3-68d6130b30f5/intec%202024%20UA%20post%20war%20RE%20Development.pdf>
5. Rebuilding the Ukrainian Power Sector: Investing in Old Coal-Fired Power Plants or New Decentralized Green Generation? (n.d.). Retrieved from <https://razomwestand.org/reports/rebuilding-ukrainian-power-sector>
6. Green Recovery of Ukraine: Guiding Principles and Tools for Decision-Makers. (n.d.). Retrieved from <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf> [in Ukrainian]

7. Treshchov, M. (2024). Modernization of the Energy Sector as a Priority for Ukraine's Post-War Recovery. *Scientific Bulletin: Public Administration*, 1(15), 28–45. [in Ukrainian]
8. Tkach, D. K. (2024). Theoretical and Methodical Aspects of Assessing a Company's Investment Attractiveness. *Scholarly Notes of the "KROK" University*, 1(68), 123–135. [in Ukrainian]
9. Chaplynska, N., & Makeienko, P. (2023). Innovative solutions for ensuring energy security of Ukraine and the world. *Academic Review*, 2(59), 284–297. [in Ukrainian]
10. Mitri, M. E., Maia, S., Fonseca Teixeira, A. R., & Foroni, L. (2023). *Climatescope 2023*. Retrieved from <https://www.global-climatescope.org/downloads/climatescope-2023-report-en.pdf>
11. Constitutional Submission No. 2019-VIII of April 13, 2017. (n.d.). Retrieved from https://ccu.gov.ua/sites/default/files/3_332_2020.pdf [in Ukrainian]
12. Harvey, F., Ambrose, J., & Greenfield, P. (2021). More than 40 countries agree to phase out coal-fired power. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/03/more-than-40-countries-agree-to-phase-out-coal-fired-power>
13. On the Approval of the Concept of the State Targeted Economic Program for the Development of the Nuclear-Industrial Complex until 2026: Cabinet Resolution No. 1804-r of December 29, 2021. (n.d.). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1804-2021-p#Text> [in Ukrainian]
14. Energy independence. (n.d.). Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/en/news/energy-independence> [in Ukrainian]
15. All-Ukrainian Forum "Ukraine 30: Digitalization": Digitalization and network automation turn Ukrainian grids into Smart Grid. (n.d.). DTEK Grids. Retrieved from <https://grids.dtek.com/media-center/press/all-ukrainian-forum-ukraine-30-digitalization-digitalization-and-network-automation-are-turning-ukrainian-grids-into-smart-grid/> [in Ukrainian]
16. Osyka, D. (n.d.). Digitalization as a guarantee of sustainable development in the energy sector. Retrieved from <https://interfax.com.ua/news/blog/757318.html> [in Ukrainian]
17. Vovchenko, O. V. (2022). The scale of the problem of ensuring energy security. *Problems of a Systemic Approach in Economics*, 3(89), 18–24. [in Ukrainian]
18. Mittal, M. (2024). Colonial Pipeline Cyberattack drives urgent reforms in cybersecurity and critical infrastructure resilience. *International Journal of Oil, Gas and Coal Engineering*, 12(5), 106–119.
19. Awati, R. (n.d.). North American Electric Reliability Corporation Critical Infrastructure Protection (NERC CIP). TechTarget. Retrieved from <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/North-American-Electric-Reliability-Corporation-Critical-Infrastructure-Protection-NERC-CIP>
20. ISO/IEC 27000 Series of Standards. (n.d.). Retrieved from <https://intercert.com.ua/articles/regulatory-documents/210-iso-27000>
21. Computer Emergency Response Team of Ukraine. (n.d.). Retrieved from <https://cert.gov.ua> [in Ukrainian]
22. Cyber Polygon. (n.d.). Retrieved from <https://cyberpolygon.com>

Стаття надійшла до редакції 20.02.25

Рецензовано 04.03.25

Опубліковано 17.03.2025 р.



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.