

УДК 338:242

DOI: <https://doi.org/10.37320/2415-3583/14.16>**Письменна У.Є.**

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,  
старший викладач,  
ДУ «Інститут економіки та прогнозування  
Національної академії наук України»;  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Трипольська Г.С.**

кандидат економічних наук, старший дослідник,  
старший науковий співробітник сектору прогнозування розвитку,  
ДУ «Інститут економіки та прогнозування  
Національної академії наук України»

**Сотник І.М.**

доктор економічних наук, професор,  
професор кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,  
Сумський державний університет

## УРАЗЛИВІСТЬ СЕКТОРУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ПІД ДІЄЮ ЗАГРОЗ ЕНЕРГОБЕЗПЕЦІ, ПОСИЛЕНИХ ПАНДЕМІЄЮ COVID-19<sup>1</sup>

*У статті досліджений сучасний стан і передумови сталості розвитку сектору відновлювальної енергетики в Україні, проаналізовано уразливість сектору та слабкі сторони енергетичної політики у секторі, які підсилюють дію деструктивних факторів глобальних та локальних загроз енергетичній безпеці. Окреслено вплив загальноекономічного фактору пандемії COVID-19 на посилення загроз енергетичній безпеці в електроенергетиці, зокрема в секторі відновлювальної енергетики, що уповільнює її сталий розвиток, створює передумови до стагнації. Розвинуто науково-методологічні підходи до аналізу енергетичної безпеки у секторі з урахуванням впливу на сталість розвитку та використовуючи підхід щодо уразливості. Визначено роль і місце сектору відновлювальної енергетики у забезпеченні сталого розвитку економіки держави.*

**Ключові слова:** відновлювальна енергетика, сталий розвиток, уразливість, енергетична безпека, пандемія COVID-19.

**Постановка проблеми.** Відновлювана енергетика України, зокрема електрогенерація, перебуває в стагнації, викликаній частими змінами регуляторного середовища, ретроспективним зниженням коефіцієнтів «зеленого» тарифу, невизначеністю термінів проведення пілотних аукціонів та відповідних квот підтримки для них, і, головним чином, наявністю значної заборгованості ДП «Гарантований Покупець» перед виробниками електроенергії з відновлюваних джерел за відпущену товарну продукцію, а також відсутністю визначених достатніх джерел покриття наявної та майбутньої заборгованості. Дія загроз енергетичній безпеці, зокрема, пандемії COVID-19, при певному рівні вразливості вітчизняного сектору енергетики, здатна суттєво уповільнити сталий розвиток цього сектору.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Особливості та основні проблеми розвитку відновлювальної енергетики та розвитку систем енергетичної безпеки розглядалися в роботах І. Недіна, Л. Мельника, Г. Гелетухи, А. Черпа, Дж.Джевелл, В.Ліра, Д. Прейгера, С. Пірані та ін. Разом із цим, потребує детального аналізу як теоретична, так і науково-практична проблема

забезпечення сталості розвитку енергетики з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) під дією загроз енергетичній безпеці.

**Метою статті** є удосконалення теоретико-методологічних підходів оцінки сталості та уразливості розвитку енергетики з ВДЕ, оцінка впливу загроз енергетичній безпеці, викликаних пандемією COVID-19 та розробка заходів із посилення стійкості сектору.

**Виклад основного матеріалу.** У квітні 2020 р. Міжнародна енергетична агенція (МЕА) опублікувала «Глобальний Енергетичний Огляд 2020 року. Вплив пандемії COVID-19 на глобальне енергетичне споживання та викиди CO<sub>2</sub>» [1], згідно з яким, зокрема, передбачено, що:

- внаслідок повної соціальної ізоляції через карантинні заходи попит на електроенергію знизився на 20%, прогнози до кінця 2020 р. – на 5%;
- у світі попит на енергію в 2020 р. скоротиться на 6%;
- кожен новий місяць соціальної ізоляції може знижувати щорічний глобальний попит на енергію приблизно на 1,5%;

<sup>1</sup> Публікація підготовлена у рамках виконання наукового проєкту № 2020.01/0135 «Формування економічних механізмів сталого розвитку відновлювальної енергетики в умовах глобальних та локальних загроз», який фінансується Національним фондом досліджень України.

The publication was prepared in the framework of the research project № 2020.01/0135 «Formation of economic mechanisms for sustainable development of renewable energy in the conditions of global and local threats to energy security of Ukraine», funded by the National Research Foundation of Ukraine.

– у 2020 р. будуть рекордно розвиватися низьковуглецеві джерела енергогенерації, досягнувши 40% генерації у глобальній енергетичній системі;

– виробництво електроенергії за рахунок вітрової та сонячної генерації збільшиться з потужностей, які були зведені у 2019 та на початку 2020 рр.;

– сектор відновлюваних джерел енергії найменше постраждає від пандемії і найшвидше відновиться після закінчення коронакризи.

Аналітичне агентство Renewables Now робить наступні прогнози [2]:

– кількість глобальних потужностей відновлюваних джерел енергії скоротиться на 13% у річному вимірі до 167 ГВт у 2020 р.;

– об'єкти ринку відновлюваної енергії можуть досягти у 2021 р. рівня 2019 р., проте сумарне зростання у 2020–2021 рр. все-одно буде на 10%, ніж до коронакризи;

– коронакриза призведе до затримок у будівництві, проблем з фінансуванням «зеленого» сектору;

– відновлювані джерела енергії схильні до впливу пандемії, не зважаючи на те, що вони більш стійкі за викопне паливо [3];

– враховуючи великомасштабні проекти з сонячної енергетики у 2021 р., все-одно загальна кількість установок не перевищує їхню кількість у 2019 році, оскільки на 2020 р. заплановано ввести в експлуатацію понад 90 ГВт сонячної фотоелектричної енергії (для порівняння, у 2019 р. ця цифра сягала 110 ГВт);

– у 2021 р. планується запуск проектів наземних вітрових електростанцій, яким вже надано фінансування або вони наразі знаходяться на стадії будівництва. За рахунок цього, у 2020 р. розвиток таких проектів уповільниться, період реалізації таких проектів подовжиться;

– економічний розвиток, інновації, скорочення викидів CO<sub>2</sub> та створення нових робочих місць можуть бути позитивним наслідком включення ВДЕ до пакету економічних стимулів.

Попри коронакризу, з усього енергетичного сектору світу втримати та залучити інвестиції вдається практично лише відновлюваній енергетиці ще з першого кварталу 2020 р., коли почав зростати попит на виробництво енергії на основі відновлюваних джерел (приблизно на 1,5% у всіх секторах). В електрогенерації за рахунок сонячних і вітрових електростанцій частка ВДЕ зросла до 3%. Ця тенденція не оминула і Україну, і Міністерство енергетики України звітувало про такі спостереження [4]:

– за підсумком 8 місяців 2020 р. Україна виробила 13,3% енергії за рахунок гідро- та біостанцій, вітру та сонця (в аналогічному періоді 2019 р. цей відсоток був значно нижчим – 8,9%);

– у серпні 2020 р. збільшилось виробництво електроенергії з відновлюваних джерел до 16,6% (у серпні 2019 р. ця цифра була 9,4%);

– співвідношення виробленої електроенергії в Україні в серпні за видами генерації:

– ВДЕ (вітрова, сонячна електроенергія) – 10,7% (порівняно з серпнем 2019 року +5,5 п.п.);

– атомні електростанції – 52,1% (+2,2 п.п.);

– гідроелектростанції та гідроакумулюючі станції – 5,9% (+1,7 п.п.);

– теплові електростанції – 30% (-9,2 п.п.);

– інші – 1,4% (-0,1 п.п.).

В Україні відновлювана енергетика продовжує розвиватись, в першу чергу завдяки тому, що введення проектів в експлуатацію вимагає в середньому декількох років, зокрема від трьох років для біогазових проектів та ВЕС (за рахунок необхідності проведення оцінки впливу на довкілля). Відповідно, попри коронакризу, в Україні у 2020 р. спостерігалось нарощення встановлених потужностей, особливо СЕС. У структурі електрогенеруючих потужностей на основі ВДЕ в Україні вони значно превалюють. Це створює складнощі у балансуванні енергосистеми. Крім того, наявні потужності СЕС перевищують передбачені *Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р.* [5], згідно з яким доцільна встановлена потужність сонячної енергетики в Україні становить близько 4 ГВт на рік, або максимально ефективно – протягом семи місяців на рік (з квітня по жовтень) в південних регіонах та п'яти місяців на рік – у північних (з травня по вересень).

Встановлення надлишкових потужностей СЕС стало можливим, оскільки у НЕК «Укренерго» не було легальних підстав відмовляти у видачі Технічних умов у разі відсутності загрози операційній безпеці. Відповідно до ст. 21 Закону України «Про ринок електричної енергії» (2017) [6], та Кодексу системи передачі (2018) [7], не можна відмовляти у приєднанні, якщо немає мережевих обмежень, тобто коли вистачає пропускну спроможності мережі, а саме ані оператор системи передачі (НЕК «Укренерго»), ані оператор системи розподілу не мають права відмовити в приєднанні електроустановок замовника до системи передачі або системи розподілу за умови дотримання замовником Кодексу системи передачі та Кодексу систем розподілу.

Крім того, таке стрімке зростання встановлених потужностей зумовлене зміною схеми підтримки для електроенергії з ВДЕ, зокрема переходом від системи «зеленого» тарифу до системи аукціонів, перехід до якої мав бути здійснений на виконання Закону України «Про ринок електричної енергії» (2019). Пілотний аукціон мав бути проведений ще восени 2019 р., проте наразі терміни його проведення невідомі, оскільки відсутні квоти підтримки, та, відповідно, не встановлені річні квоти підтримки. Також ще не відбувся пілотний аукціон стосовно балансуючих потужностей.

Індекс енергетичної безпеки України, обрахований Мінекономіки, у 2019 р. становив 49% (незадовільна зона) проти 53% у попередньому році при нижньому пороговому значенні задовільної зони 60%. У 2020 р., незадовільний рівень, спричинений у 2019 р., переважно, дією двох негативних факторів: низькою ефективністю виробництва і транспортування палива та енергії через колосальне випередження темпами зносу темпів модернізації технологічного обладнання об'єктів енергетичної інфраструктури та диспропорціями енергетичного балансу країни, погіршився через загальноекономічний вплив пандемії COVID-19. Цей вплив можна узагальнити чотирма основними факторами:

– зниження ділової активності – зменшення середньодобового енергоспоживання, що спричинило зміни в пропорціях електробалансу між видами енергогенерації;

- зростання обсягів і кількості обмежень генерації з ВДЕ через загальне падіння енергоспоживання;
- зменшення платоспроможності споживачів – зростання заборгованості в енергоринку;
- реконфігурація добового графіка навантаження ОЕС – згладження – (подекуди позитивний вплив).

Очевидно, що вплив цих факторів тісно пов'язаний із функціонуванням і розвитком генерації з ВДЕ та її місцем в енергобалансі держави. Оцінку впливу загроз енергетичній безпеці на сталість розвитку відновлювальної енергетики можливо здійснювати, користуючись наступними науково-практичними підходами. Визначальними показниками сталості енергетичного балансу (енергосистеми) вважається надійність, аналогічно із надійністю технічних систем [8], [9], а також енергетична незалежність разом з енергетичною ефективністю [10]. Деякі вчені енергетичну безпеку та енергетичну незалежність як окремі показники енергетичної безпеки виділяють окремо від сталості [10]. При цьому усім дослідникам притаманна думка, що важливим для забезпечення оптимальності енергетичного балансу, а отже і сталості, вважається *додержання пропорцій між видами первинних енергоносіїв і відхід від домінування того чи іншого невідновлювального енергоресурсу*. Інтегруючи такі підходи та беручи до уваги узагальнений вище досвід побудови систем оцінки сталості та ефективності економічних систем, сталість енергетичних енергетичного балансу може бути виражена через три групи індикаторів або описана положенням і рухом у системі координат:

- енергомісткість економіки та ефективність перетворення нею енергоресурсів;
- уразливість (vulnerability, доступність енергоресурсів, надійність енергопостачання, здатність протистояти загрозам) [11];

– екологічна сталість паливно-енергетичного комплексу (енергоринку).

До групи індикаторів «Уразливість» відносяться такі показники, що визначають положення по другій осі (vulnerability):

*Частка відновлювальних джерел енергії (Renewable Energy Ratio):*

$$RER = REU / TPES \quad (1)$$

де REU – первинне постачання енергії з відновлювальних джерел.

*Коефіцієнт достатності енергозабезпечення та енергетичних потужностей (Power Capacities Availability) – обернений до показника дефіциту енергії:*

$$PCA = 1 - PCD \quad (2)$$

де PCD – відношення дефіцитної пікової енергогенерації до пікового навантаження енергосистеми.

*Коефіцієнт незалежності енергопостачань (Energy Independence Ratio):*

$$EIR = 1 - Im / TPES \quad (3)$$

де Im – імпортовані первинні ПЕР, млн. т н.е.

Національною доповіддю – 2017 «Цілі сталого розвитку: Україна» [12] для виконання цілі «Доступна і чиста енергія» визначені 4 завдання і 7 індикаторів сталого розвитку в енергетичній сфері, а також цільові значення цих індикаторів до 2030 р (табл. 3). Разом із цим, виходячи із трилеми енергетичної сталості, рейтинг країн за якою щорічно обраховує і публікує Всесвітня енергетична рада, значення Індексу енергетичної сталості [13] формуються на основі критеріїв (енергетична безпека; доступність енергії; екологічна сталість) (табл. 1).

Наявність численних підскладових енергетичної та економічної сталості, поліморфний і множинний характер зв'язків між ними та різний ступінь адаптивності обумовлюють складність оцінки і прогнозування

**Таблиця 1 – Критерії оцінки сталості в енергетиці, що впливають з цілей сталого розвитку енергетичної сфери**

<b>Вплив на сталість розвитку згідно з Національною доповіддю – 2017 «Цілі сталого розвитку: Україна»</b>	
<b>критерій (завдання)</b>	<b>Показники (індикатори)</b>
Розширення та модернізація енергетичної інфраструктури для сталого енергопостачання на основі інноваційних технологій	Виробництво електроенергії; Технологічні витрати електроенергії в розподільчих мережах; Втрати тепла в тепломережах;
Диверсифікація постачання первинних енергоресурсів	Максимальна частка імпорту первинних енергоресурсів (крім ядерного палива) від одного джерела в загальному обсязі постачання; Частка одного постачальника на ринку ядерного палива;
Збільшення частки ВДЕ	Частка енергії з ВДЕ у загальному кінцевому споживанні;
Підвищення енергоефективності економіки	Первинна енергоемність ВВП за ПКС
<b>Вплив на сталість розвитку згідно з методологією Всесвітньої енергетичної ради</b>	
Енергетична безпека	Диверсифікованість постачань енергоресурсів, рівень надійності постачань, рівень енерго- та ресурсоефективності;
Екологічна сталість	вплив на довкілля та клімат (вплив на рівні викидів забруднюючих речовин, парникових газів, динаміка приведення рівнів викидів до встановлених НПСВ, вплив на використання водних та земельних ресурсів, біорізноманіття, ландшафт, шумове забруднення, поведіння з відходами);
Доступність енергії	фізична та економічна доступність енергоресурсів (рівень газифікації, забезпеченість лічильниками, рівень енергетичної бідності або частка витрат на енергоресурси в структурі доходів домогосподарств, вплив на кількість реципієнтів субсидій)

*Джерело: побудовано авторами*

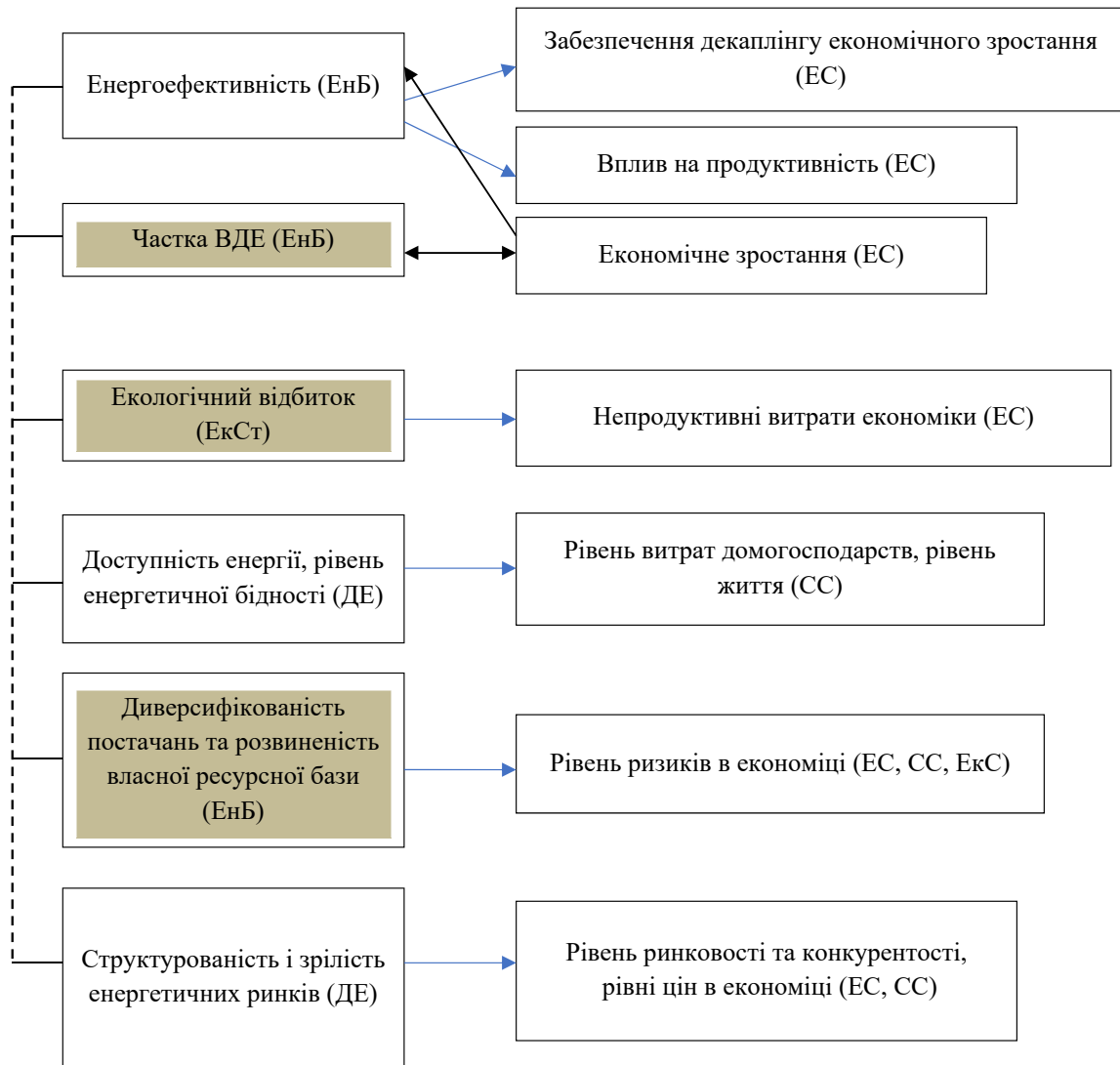


Рисунок 1 – Взаємодія підскладових енергетичної та економічної сталості

Джерело: побудовано авторами

На рисунку літерами позначено: ЕС – економічна складова, СС – соціальна складова, ЕкС – екологічна складова; ЕнБ – енергетична безпека, ЕкСт – екологічна сталість, ДЕ – доступність енергії.

розвитку сфер економіки та енергетики, на відміну від спрощеного підходу, що базується на дослідженні взаємозв'язку споживання енергії та економічного зростання. На рис. 1 співвіднесено ці підскладові. Деякі з них, а саме: енергоефективність, частка ВДЕ та економічне зростання, мають дуальні зв'язки через взаємний вплив (парадокс Джевонса, пропорції між видами економічної діяльності, розвиток ринків та інституційного середовища, кореляція між капіталомісткістю та енергомісткістю, інноваційність технологічного прогресу тощо).

Частка ВДЕ в енергобалансі та зростання економіки. Ступінь залежності економіки від викопних палив як складова енергетичної сталості також має вплив на її сталість. Кореляція між часткою енергії з ВДЕ в енергобалансі та економічним зростанням досліджувалась зокрема М. Марінас та ін. [14]. Ними підтверджено двоспрямований причинно-наслідковий зв'язок між обсягами споживання енергії з ВДЕ та економічним зростанням у довгостроковій перспективі для всіх

країн, що досліджувались. Однак встановлено, що в короткостроковій перспективі у низці країн (Румунія, Болгарія) зв'язок між цими показниками був відсутній, у той час як в інших (Угорщина, Литва, Словенія) зростання споживання відновлювальної енергії прискорювало темпи зростання економіки. Зазначається, що економічний розвиток, заснований на енергоефективності та нарощуванні встановленої потужності ВДЕ, покращує якість економічного зростання, а це робить його більш сталим із точки зору соціальної інтеграції (соціальної справедливості, зменшення нерівності) та екологічного впливу. Знов таки, розвиток енергетики, заснований на власних технологіях і власній ресурсній базі, забезпечує більший мультиплікативний ефект в економіці та більше економічне зростання. Саме в цьому полягає двоспрямованість зв'язку між обсягами споживання енергії з ВДЕ та економічним зростанням у довгостроковій перспективі. Тому, країнам, де наявність зв'язку не була підтверджена, доцільно зкорегувати свою енергетичну, промислову та іннова-

ційну політику з метою більшого використання власної технологічної бази, власного фінансового і людського капіталу, власних матеріальних ресурсів, а також механізмів державно-приватного партнерства та інноваційних програм на державному рівні для розвитку енергетичних технологій з ВДЕ для максимізації впливу на сталість економічного зростання.

*Структуризація, зрілість енергетичних ринків і конкурентне ціноутворення як передумова розширення ролі ВДЕ в енергобалансі.* Структуризація енергетичних ринків є одним з головних чинників, що впливають на їх ефективність. Недостатньо структурований ринок не буде ефективно функціонувати, а будь-які несвочасні заходи щодо виправлення деформованих ринкових механізмів можуть призвести до кризи ринку. Структура ринків та дія системи має створювати умови для найвищої віддачі як для споживачів так і для підприємств-виробників і постачальників енергоресурсів. Це потребує того, щоб всі витрати і вигоди кожної технології концентрувалися для створення стимулів для конкуренції, із можливістю взаємодії між великою кількістю учасників ринку. Конкуренція покликана підвищити операційну та інвестиційну ефективність. Довгостроковий тренд трансформує енергетичний ринок у більш технологічно диверсифікований і динамічний, що використовує переваги зростаючих зв'язків та торгівлі. Традиційна і альтернативні моделі організації конкурентних енергетичних ринків не виключають можливості переходу до нерегульованого спотового ринку покущів. Конкуренція передбачає:

- відсутність перешкод для доступу на ринок для інвесторів;
- наявність достатніх виробничих потужностей для задоволення попиту без обмеження пропозиції, а також достатності регулюючих потужностей для інтеграції об'єктів ВДЕ в енергосистему;
- інформування (цінові сигнали) про потреби в інвестиціях у нові енергогенеруючі потужності і стимулювання інвестиційного процесу;
- конкурентні методи ціноутворення на електроенергію з ВДЕ.

Ці умови досягаються шляхом введення зобов'язань енергокомпаній, у т.ч. тих, що експлуатують установки з ВДЕ, щодо потужності, утворення додаткового ринку потужності (із запровадженням двоставкових тарифів – за енергію та потужність, або шляхом розвитку строкового ринку енергоресурсів, на якому ціни сигналізують про майбутнє співвідношення попиту і пропозиції.

На основі світового досвіду та вітчизняних особливостей паливно-енергетичного комплексу можна визначити слабкі сторони політики реалізації економічного потенціалу країни в енергетичній сфері, які посилюють уразливість ПЕК під впливом загроз енергетичній безпеці. Це: проблеми забезпечення оперативної і балансової надійності роботи ОЕС, у т.ч. забезпечення належного обсягу готових до роботи маневрених потужностей для регулювання добового графіку навантаження ОЕС, достатності енергетичних резервів, недостатній паритет між видами енергогенерації та в паливикористанні, обмеженість платоспроможного попиту споживачів енергоресурсів, мультиплікативний ефект впливу цін на енергоресурси в економіці,

що у сукупності формує цінову стелю і необхідність застосування «прайс кепів» в організованих сегментах ринку електроенергії, а також «фіаско ринку», або неповна спроможність ринкових механізмів спрямувати інвестиційні ресурси для розвитку певних видів енергетичних потужностей, що необхідні для посилення рівня надійності і безпеки енергопостачання.

Крім того, для сегменту ВДЕ слабкими сторонами є невизначеності з упровадженням відповідальності за небаланси, вади товарної моделі механізму ПСО, що утворюють заборгованості, у т.ч. перед суб'єктами ВДЕ, послаблення операційної надійності ОЕС України із введенням в експлуатацію надлишкової потужності ВДЕ, недосконала система «зелених» аукціонів. В умовах дії загроз енергетичній безпеці такі слабкі сторони посилюють загрози.

Рух у напрямі сталості розвитку енергетичного сектору, підвищення надійності та безпеки енергетичних ринків – це рух, паралельний напрямку інтеграції енергетичних ринків України до енергетичних ринків ЄС, який передбачає, перш за все, повноцінне впровадження Україною положень Третього енергетичного пакету ЄС, спрямованих на створення конкурентних та недискримінаційних умов на внутрішньому енергетичному ринку. На ринку електроенергії це – удосконалення об'єднаної енергосистеми України у відповідності до вимог ENTSO-E (Європейського об'єднання операторів передаючих мереж), що дозволить забезпечити паралельну роботу із енергосистемами ЄС та інтеграцію українського енергоринку до пан-європейського. Окрім цього це – забезпечення відповідно до вимог ЄС наявності мереж транскордонної передачі між Україною та ЄС на рівні не менше 15% відносно обсягу внутрішнього ринку України, а також здійснення заходів з лібералізації ринку електроенергії. Нагальною є практична реалізація механізму ціноутворення, що забезпечуватиме планове повернення капітальних інвестицій в модернізацію та створення нових енергетичних потужностей. У межах інвестиційних можливостей проводяться роботи з реалізації технічних вимог ENTSO-E, перш за все в частині забезпечення вимог регулювання частоти, активної і реактивної потужності, оскільки вітчизняна енергосистема не має необхідного обсягу резервів автоматичного вторинного регулювання частоти і потужності, а також будівництва та модернізації об'єктів основної системоутворюючої мережі з метою виконання критерію N-1 (збереження стійкої роботи енергосистеми та відновлення її нормального функціонування у разі раптового виходу з ладу одного найбільш потужного енергетичного об'єкту), забезпечення надійної видачі потужності з електростанцій та передачі електроенергії по внутрішніх перетинах. Це найбільш повільно впроваджуваний та інвестиційно місткий компонент, оскільки передбачає будівництво нових та модернізацію енергогенеруючих об'єктів, ліній електропередачі, встановлення на підстанціях додаткових автотрансформаторів та модернізацію підстанцій.

**Висновки.** Пандемія COVID-19 певною мірою вплинула на сектор відновлюваної енергетики і в світі, і в Україні, оскільки ускладнила ділові контакти, створила дефіцит робочої сили, спричинила перебої в ланцюгах постачання необхідного облад-

нання та електроенергії, а також скоротила глобальний попит на електроенергію. Проте, незважаючи на негативні фактори, відновлювана енергетика – це один із секторів економіки, який має передумови більш швидкого відновлення після закінчення кризи порівняно із підприємствами традиційної енергетики, відновлення яких на докарантинному рівні відбувається повільно.

В Україні для сектору ВДЕ ліквідація слабких сторін в умовах дії загроз енергетичній безпеці потребує

першочергових заходів, а саме: переходу від товарної до фінансової моделі механізму ПСО, удосконалення системи аукціонів з розподілу квоти підтримки, запровадження компенсацій виробникам з ВДЕ в разі системних обмежень, повноцінного запуску сегменту ринку допоміжних системних послуг для формування ринкових стимулів розповсюдження систем акумулювання і гнучких енергогенеруючих потужностей з метою розширення можливостей ОЕС України з інтеграції ВДЕ в електричну мережу.

#### Список використаних джерел:

1. Global Energy Review URL:<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020> (дата звернення: 21.10.2020).
2. Renewables now URL:<https://renewablesnow.com/> (дата звернення: 21.10.2020).
3. Через коронавірус у 2020 році кількість об'єктів ВДЕ зменшиться на 13% - 23 Травня 2020. URL: <https://kosatka.media/uk/category/vozobnovlyamaya-energiya/news/iz-za-koronavirusa-v-2020-godu-kolichestvo-obektov-vie-umenshitsya-na-13> (дата звернення: 21.10.2020).
4. Рекорд української енергетики. У серпні частка відновлюваної енергії досягла 16,6% URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/rekord-ukrajinskoji-energetiki-u-serpni-chastka-vidnovlyuvanoji-energiji-dosyagla-166-707678.html> (дата звернення: 21.10.2020).
5. Розпорядження КМУ «Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року» від 01.10.2014 р. № 902-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text> (дата звернення: 21.10.2020).
6. Закон України «Про ринок електричної енергії» від 13 квітня 2017 р. № 2019-VIII.
7. Кодекс системи передачі, затверджений Постановою НКРЕКП від 14 березня 2018 р. № 309. URL: <https://www.nerc.gov.ua/data/filearch/postanovy/2018/p0309-k-2018.pdf> (дата звернення: 30.10.2020).
8. Мельник Л.Г. Основи стійкого розвитку: навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2006. 383 с.
9. Воропай Н.И., Ковалев Г.Ф., Кучеров Ю.Н. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике : монография. Москва : ООО ИД "ЭНЕРГИЯ", 2013. 304 с.
10. Земляний М., Бараннік В. Проблеми зменшення загроз енергетичній безпеці в сучасних умовах. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Нові тенденції у сфері енергетичної безпеки". Київ. 22.10.2003р. С. 71–75.
11. Cherp Aleh, Jewell Jessica (2014) The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy. Elsevier*, vol. 75 (C), pp. 415–421.
12. Національна доповідь – 2017 «Цілі сталого розвитку: Україна». Офіційний сайт ООН в Україні. URL: [http://un.org.ua/images/SDGs\\_NationalReportUA\\_Web\\_1.pdf](http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf) (дата звернення: 30.10.2020).
13. World Energy Committee. Energy Sustainability Trilemma, 2017. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/> (дата звернення: 30.10.2020).
14. Marinas M. et al. Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries. *PLoS One*. 2018; 13(10): e0202951. Published online 2018 Oct 8. doi: 10.1371/journal.pone.0202951

#### References:

1. Global Energy Review URL:<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020> (accessed 21 October 2020).
2. Renewables now URL:<https://renewablesnow.com/> (accessed 21 October 2020).
3. Due to Coronavirus in 2020 the RES number will decrease by 13% – May, 23, 2020 URL: <https://kosatka.media/uk/category/vozobnovlyamaya-energiya/news/iz-za-koronavirusa-v-2020-godu-kolichestvo-obektov-vie-umenshitsya-na-13> (accessed 21 October 2020).
4. The record of Ukrainian Energy Sector. In August the RES Ratio Reached 16,6% URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/rekord-ukrajinskoji-energetiki-u-serpni-chastka-vidnovlyuvanoji-energiji-dosyagla-166-707678.html> (accessed 21 October 2020).
5. Cabinet of Ministers Decree «On the National Action Plan on Renewable Energy Sector for the Period by 2020» from 01.10.2014 № 902-r URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text> (accessed 21 October 2020).
6. Law of Ukraine «On the Electricity Market» from 13.04.2017 № 2019-VIII
7. Transmission System Code, adopted by NERC decree from 14.03.2018 №309 URL: <https://www.nerc.gov.ua/data/filearch/postanovy/2018/p0309-k-2018.pdf> (accessed 30 October 2020).
8. Melnyk L.G. (2006) *Osnovy stiykogo rozvytku [The basic of sustainable development]*. Sumy: Universytetska knyga. (in Ukrainian)
9. Voropay N.I., Kovalev G.F., Kucherov Yu.N. (2013) *Kontseptsiya obespecheniya nadezhnosti v elektroenergetike [The concept of reliability in power energy]*. Moscow: Energiya. (in Russian)
10. Zemlyanyi M., Barannik V. *Problemy zmenshennya zahroz enerhetychniy bezpetsi v suchasnykh umovakh [Problems of reducing threats to energy security in modern conditions]* Proceedings of the international scientific-practical conference "New Trends In Energy Security. Kyiv, 22.10.2003. Pp. 71–75.
11. Cherp Aleh, Jewell Jessica (2014) The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy. Elsevier*, vol. 75 (C), pp. 415–421.
12. The National Report – 2017 «Aims of Sustainable Development: Ukraine» Official site UN in Ukraine. URL: [http://un.org.ua/images/SDGs\\_NationalReportUA\\_Web\\_1.pdf](http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf) (accessed 30 October 2020).
13. World Energy Committee. Energy Sustainability Trilemma, 2017. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/> (accessed 30 October 2020).
14. Marinas M. et al. Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries. *PLoS One*. 2018; 13(10): e0202951. Published online 2018 Oct 8. doi: 10.1371/journal.pone.0202951

**Pysmenna Uliana**

*SI «Institute of Economics and Forecasting of  
National Academy of Sciences of Ukraine»;  
NTUU «Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Trypolska Galyna**

*SI «Institute of Economics and Forecasting of  
National Academy of Sciences of Ukraine»*

**Sotnyk Iryna**

*Sumy State University*

## **VULNERABILITY OF RENEWABLE ENERGY SECTOR UNDER THE INFLUENCE OF THREATS TO ENERGY SECURITY HARDENED BY THE COVID-19 PANDEMIC**

*Analyzed are the current state and the preconditions for sustainable development of the renewable energy sector in Ukraine, the vulnerability of the sector and the weaknesses of energy policy in the sector, which exacerbate the destructive factors of global and local threats to energy security. The influence of the general economic factor of the COVID-19 pandemic on the strengthening of threats to energy security in the electricity sector, in particular in the renewable energy sector, which slows down its sustainable development and creates preconditions for stagnation, is outlined. The approaches to assessing the sustainability and vulnerability of RES energy development have been improved, the impact of threats to energy security caused by the COVID-19 pandemic has been assessed, and measures to strengthen the resilience of the sector have been identified. The problems of ensuring the operational and balance reliability of the UES, limited effective demand of energy consumers, the need to use "price caps" in organized segments of the electricity market form the barriers for the sustainability of power sector in whole. It is determined that for the RES segment the main weaknesses are the uncertainties with the introduction of liability for imbalances, defects of the commodity model of the PSO mechanism, which forms debts, including to RES entities, weakening the operational reliability of the UES of Ukraine with the commissioning of excess RES capacity, imperfect system of "green" auctions. In the face of energy security threats, such weaknesses exacerbate threats. The movement towards the sustainability of the energy sector development, increasing the reliability and security of energy markets is a movement parallel to the direction of integration of Ukraine's energy markets with the EU energy markets. The scientific and methodological approaches to the analysis of energy security in the sector have been developed, taking into account the impact on the sustainability of development and using the approach to vulnerability. The role and place of the renewable energy sector in ensuring sustainable development of the state economy is determined.*

**Key words:** renewable energy, sustainable development, vulnerability, energy security, pandemic COVID-19.

**JEL classification:** F15, L95