

СУЧАСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРИЄДНАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДО СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

В.А. Степаненко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
пр. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна
e-mail: vi.stepanenko@kpi.ua

Згідно з Енергетичною стратегією України передбачається розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) найбільш динамічними темпами порівняно з іншими видами генерації. Проте існуючі енергетичні проблеми та загрози вимагають розроблення нових і зміни існуючих законодавчих та підзаконних актів, низки галузевих норм, які регламентують діяльність в енергетичній сфері. У статті проведено огляд світових сучасних тенденцій та трендів ВДЕ, а також формування напрямів, на яких варто зосередитися під час реформування енергетичної сфери. Довгострокова енергетична політика держави повинна бути орієнтована на ефективну інтеграцію ВДЕ в систему електропостачання. Задля цього потрібно стимулювати та контролювати впровадження систем управління розподіленою генерацією електроенергії, віртуальних електростанцій та систем накопичення енергії. Поступове розповсюдження електромобілів зумовлює застосування технології Vehicle-to-Grid, особливо з прив'язкою до сучасних мікромереж або "розумних мереж" з ВДЕ. А концепція "активний будинок" є ключовим кроком на шляху до декарбонізації будівельного сектору. Бібл. 9, рис. 2.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, система управління розподіленою генерацією електроенергії, віртуальна електростанція, система накопичення енергії, технологія "від авто до мережі", "активний будинок".

Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 р. "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність", схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України (КМУ) від 18 серпня 2017 р. № 605-р, передбачається розвиток ВДЕ найбільш динамічними темпами порівняно з іншими видами генерації, що дасть змогу збільшити їхню частку в структурі загального первинного постачання енергії до 25 % [1]. Установлена потужність ВДЕ в Україні станом на 31 грудня 2021 року досягла 9 655,9 МВт, якщо брати до уваги домашні сонячні станції, та 8 450,8 МВт – якщо без них.

Проте існуючі енергетичні проблеми та загрози вимагають розроблення нових і зміни існуючих законодавчих та підзаконних актів, низки галузевих норм, які регламентують діяльність в енергетичній сфері. До того ж на сьогодні Україна стикається з новими економічними та технологічними викликами, які потребують розробки інноваційних рішень у галузі виробництва, трансформації, постачання і споживання енергії. Але ці виклики відкривають і нові можливості для України.

Відповідно до Плану пріоритетних дій Уряду на 2023 рік, затвердженого розпорядженням КМУ від 14 березня 2023 р. № 221-р, передбачається оновлення Енергетичної стратегії для формування довгострокової енергетичної політики держави з урахуванням загроз енергетичній безпеці, міжнародних зобов'язань України в енергетичній сфері та світових трендів розвитку енергетичних ринків [2].

Ця політика має відповідати принципам і практикам ЄС та міжнародним стандартам, задовольняти потреби суспільства і національної економіки в паливно-енергетичних ресурсах у технічно надійний, безпечний, економічно ефективний та екологічно прийнятний спосіб, а також забезпечувати життєдіяльність суспільства як в мирний час, так і в умовах надзвичайних ситуацій [3].

Тому **метою цієї роботи** є проведення огляду світових сучасних тенденцій та трендів ВДЕ, а також формування напрямів, на яких варто зосередитися під час реформування енергетичної сфери.

Останні дослідження посиляють сигнал не стільки щодо поширення ВДЕ, скільки стосовно підготовки до їхньої стабільної інтеграції в енергосистему, щоб впоратися з ситуаціями, спричиненими збільшенням проникнення ВДЕ. Міжнародне енергетичне агентство наго-



лошує, що коли частка виробництва енергії з відновлюваних джерел досягне 25 %, більша частина попиту в періоди з низьким навантаженням, наприклад, у вихідні, буде покриватися завдяки відновлюваній енергії, тому необхідно мати механізми для відновлення стабільності системи негайно в разі нестабільності постачання [4].

Згідно з Енергетичною стратегією України передбачається застосування технологій "розумних мереж" як ефективного механізму розвитку електроенергетичної системи України. Концепція впровадження "розумних мереж" в Україні до 2035 року, що схвалена розпорядженням КМУ від 14 жовтня 2022 р. № 908-р, передбачає застосування систем управління розподіленою генерацією електроенергії (*DERMS*) та віртуальних електростанцій (*VPP*) [5].

DERMS. Більшість основних постачальників обладнання *DERMS* погоджуються, що система управління повинна містити комплексний модуль реального часу для управління розподільчими мережами з високим рівнем проникнення ВДЕ, а також мати обчислювальну потужність для обробки великих обсягів вхідних даних та масштабування мереж. Однак деякі з найбільш досконалих рішень *DERMS*, окрім функцій реального часу, вже містять модуль планування, а також модуль прогнозування [6]. Далі буде наведено основні функціональні можливості цих трьох модулів.

Одним із найважливіших аспектів модуля планування *DERMS* є здатність досліджувати пропускну спроможність існуючої мережі та будувати теплові карти пропускну спроможності. Ці карти будуються шляхом виконання досліджень потоків навантаження на точній моделі мережі з поступовим додаванням нової потужності ВДЕ у вузли мережі з використанням широкого спектру ймовірнісних сценаріїв, ураховуючи те, що нове додавання може спричинити технічні порушення в мережі. Після побудови теплових карти можуть бути розміщені на веб-порталі операторів системи розподілу, доступному для потенційних замовників та проектувальників ВДЕ.

Модуль реального часу *DERMS* є основним інструментом для моніторингу, контролю та активного управління розподільчими мережами. Цей модуль *DERMS* у режимі реального часу постійно отримує дані *SCADA*, вимірювання з датчиків та інтелектуальних інверторів, за допомогою яких ВДЕ мають бути підключені до мережі, прогнози погоди, дані навантаження та генерації, топологію в реальному часі, стан мережі в процесі експлуатації тощо. Цей комплексний набір даних потім сортується і використовується в основних додатках, які забезпечують обізнаність та оцінку стану енергосистеми в реальному часі, даючи операторам енергосистеми постійне розуміння поточного стану об'єкту.

У зв'язку з динамічними змінами в розподільчих мережах із ВДЕ оператори систем електроенергії мають бути обізнані щодо прогнозування умови в мережі, що охоплює володіння інформацією про стан мережі, спроможність передбачити можливі порушення, спричинені динамічною та нестабільною природою ВДЕ. Крім того, оскільки агреговані дрібномасштабні ВДЕ, а також більшість великомасштабних ВДЕ (особливо в разі використання накопичувачів енергії) дотримуються попередньо встановлених графіків, прогнозний модуль *DERMS* повинен принаймні мати можливість оцінити вплив цих запланованих заходів на стан мережі.

Нарешті, більшість передових рішень *DERMS* містять так званий підмодуль прогнозного керування обмеженнями, котрий розроблено для попереднього інформування та для автоматичного виявлення можливих порушень у майбутньому. Це дає можливість оцінити доступну гнучкість ВДЕ, яка може сприяти ліквідації порушень, а в перспективі – автоматично спілкуватися безпосередньо з ВДЕ, щоб використовувати їхню гнучкість для проактивного вирішення проблеми запрогнозованих порушень до того, як вони відбудуться. Більшість таких доступних рішень все ще знаходяться в початковому стані – йдеться про випробувальні періоди на пілотних проектах (здебільшого обмежені невеликими частинами мереж), але їхні результати є обнадійливими.

VPP. Концепцію *VPP* можна розглядати, як групу розподілених генеруючих установок, систем накопичення енергії та керованих навантажень, які об'єднані, оптимізовані, скоординовані та контрольовані таким чином, що вони можуть функціонувати як одна диспет-

черська одиниця в роботі енергосистеми, а також як одна торгова одиниця на ринках електроенергії.

Основною метою *VPP* є надання потужності та допоміжних послуг для роботи енергосистеми, продаж електроенергії на ринках, підвищення загальної економічної ефективності та надійності системи, сприяння ефективній оптимізації використання ресурсів та інтеграції відновлюваних джерел енергії до енергосистеми. Основна структура включає інфраструктуру інформаційно-комунікаційних технологій, інтелектуальний облік і контроль на об'єктах споживачів, моделювання, прогнозування, планування, оптимізацію ВДЕ, а також координацію в режимі реального часу з мережевими та ринковими операціями.

Energy storage systems (ESS). Із щораз більшою роллю періодичної генерації з ВДЕ, припиненням виробництва викопного палива та різним профілем споживчого попиту підтримання балансу між виробництвом електроенергії та споживанням стає надзвичайно складним. *ESS* є ключовим компонентом у подоланні цієї проблеми завдяки своїй можливості зберігання та розподілу енергії в будь-який час і в будь-якому місці. Останнім часом технологія накопичення енергії, особливо із застосуванням акумуляторної батареї, переживає значне падіння вартості.

Спроможність *ESS* підтримувати інтеграцію ВДЕ до мережі досягається за допомогою таких операцій: вирішення переривчастої генерації ВДЕ; стабілізація частоти; компенсація напруги; запобігання зворотного потоку енергії; підвищення гнучкості та ефективності системи.

Слід зазначити, що *ESS* знаходить також інше застосування, окрім інтеграції ВДЕ, завдяки своїй здатності підтримувати енергомережу за допомогою таких послуг, як енергетичний арбітраж, зниження пікових навантажень, балансування, регулювання напруги, регулювання частоти та аварійний запуск.

Проте кожна варіація *ESS* має різні вимоги до потужності та тривалості часу розрядки накопичувача. Розуміння цих вимог допоможе під час вибору відповідного типу та розміру *ESS*. На рис. 1 порівняно застосування *ESS* з погляду вимог до потужності та тривалості розряду [7].

Vehicle-to-Grid (V2G). Поступове витіснення транспортних засобів, що працюють на викопному паливі, електромобілями неминуче призведе до збільшення як базового навантаження на енергосистему, так і пікового попиту. У багатьох розвинених країнах процес електрифікації транспортного сектору вже розпочався разом із встановленням багатогігаватних

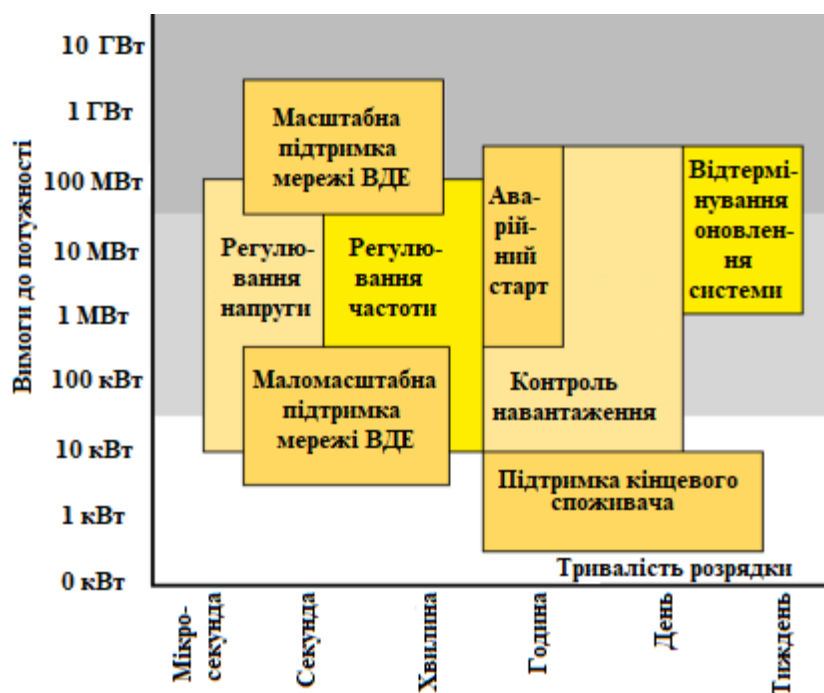
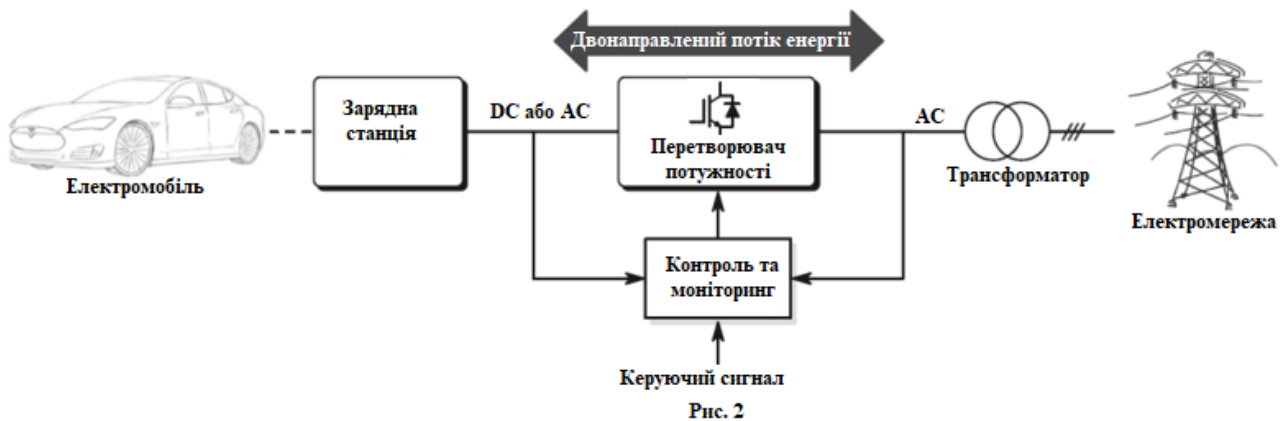


Рис. 1

потужностей відновлюваної енергетики. Розширення ринку електромобілів відкриває нові можливості для створення більш чистого і трансформаційного енергоносія. Наприклад, керований профіль зарядки й розрядки акумуляторів електромобілів у поєднанні з електромережею, відомий як система *V2G*, згідно з цими прогнозами, стане важливим механізмом зменшення впливу стохастичного характеру відновлюваної енергії. Технологію *V2G* потрібно впроваджувати для успішного втілення Плану заходів із реалізації Національної транспортної стратегії Укра-

їни на період до 2030 року, затвердженого розпорядженням КМУ від 7 квітня 2021 р. № 321-р.

Основною перевагою технології *V2G* є те, що електромобіль можна заряджати та розряджати за розкладом. Його можна підключати до електромережі в непікові періоди, коли виробництво електроенергії перевищує попит на неї, а надлишок енергії можна використовувати для заряджання електромобіля. Аналогічно електромобіль може віддавати електроенергію назад в електромережу, використовуючи відповідні каскади перетворювача та алгоритми контролера, щоб задовольнити піковий попит на електроенергію, зменшуючи в такий спосіб використання балансувальних електростанцій. Планування зарядки електромобілів у непікові години покращує попит на електроенергію і, отже, знижує вартість генерації. Загальна блок-схема структури *V2G* зображена на рис. 2.



Застосування технології *V2G* є дуже життєздатним для покращення якості електроенергії, особливо стосовно сучасних мікромереж або "розумних мереж" із розподіленими відновлюваними джерелами. Розробивши відповідні уніфіковані алгоритми керування для електромобіля, можна впровадити бортове обладнання для контролю заряду на зразок синхронного компенсатора та фільтра активної потужності [8]. Так, шляхом адекватного керування системою, більшість проблем, пов'язаних з розподіленими енергоресурсами, можна було б нівелювати.

Plus Energy Buildings (PEB). На будівельний сектор припадає близько 40 % кінцевого споживання енергії та понад 30 % викидів парникових газів у розвинених країнах. Ці цифри мають прямий вплив на глобальне потепління, дефіцит енергії та інколи на національну безпеку. Ця стурбованість призвела до створення різних концепцій, стратегій, політик, стандартів і правил, спрямованих на зменшення енергоспоживання в будівлях і стимулювання сталого будівництва.

Концепція будівель з нульовим споживанням енергії була встановлена як стратегічна мета для нових та реконструйованих будівель і стала частиною енергетичної політики в багатьох країнах. Наприклад, усі нові будівлі та глибокі реконструкції в Європейському Союзі з 2021 року повинні бути спорудженнями з майже нульовим споживанням енергії, як того вимагає Директива про енергетичні характеристики будівель [9], що є ключовою стратегією декарбонізації будівельного фонду до 2050 року. На сьогодні завдяки широкій науково-дослідній роботі, спрямованій на покращення експлуатаційних характеристик будівель, а також ефективним технологіям та обладнанню для будівельного сектору, можна говорити про прагнення до так званої "активної будівлі", або *PEB*.

PEB є новою концепцією, і її визначення наразі перебуває в центрі уваги досліджень та розробки нормативно-правових актів ЄС. Як загальний принцип, *PEB* виробляє більше енергії, ніж споживає, і подає енергію з ВДЕ в мережу, сприяючи у такий спосіб зменшенню викидів парникових газів у навколишню енергосистему. Так, *PEB* можуть підтримувати, наприклад, старі будівлі, для яких перехід до нульового енергоспоживання не є економічно ефективним. З цього погляду *PEB* є ключовим кроком на шляху до декарбонізації будівельного сектору. Зокрема, вони сприятимуть зменшенню перевантаження енергосистеми, забезпечуючи гнучкий енергетичний актив, який дає змогу будівлям та енергетичним спільнотам

діяти як інтегровані частини енергосистеми та обмінюватися енергією (електричною, тепловою або іншими енергоносіями) між собою або з мережею.

Висновки. Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 р. передбачається розвиток ВДЕ найбільш динамічними темпами порівняно з іншими видами генерації. Проте на сьогодні наявні енергетичні проблеми та загрози вимагають розроблення нових і зміни існуючих законодавчих та підзаконних актів, низки галузевих норм, які регламентують діяльність в енергетичній сфері.

Було з'ясовано, що останні дослідження сигналізують не стільки про поширення ВДЕ, скільки про підготовку до їхньої стабільної інтеграції в енергосистему, щоб впоратися з можливими ситуаціями, спричиненими збільшенням проникнення ВДЕ. В Україні планується застосування технологій "розумних мереж" як механізму розвитку електроенергетичної системи України. Ця концепція передбачає застосування систем управління розподіленою генерацією електроенергії та віртуальних електростанцій.

Проте в законодавчих актах потрібно деталізувати впровадження *DERMS*, зокрема аспекту необхідного мінімального функціоналу системи управління. Пропонується використовувати найбільш досконалі рішення, де, окрім модуля реального часу, вже містяться модулі планування та прогнозування. Це дасть змогу будувати теплові карти пропускної спроможності шляхом виконання досліджень потоків навантаження з поступовим додаванням нової потужності ВДЕ у вузли мережі. Після побудови теплових карти можуть бути розміщені на веб-порталі операторів системи розподілу, доступному для замовників та проєктувальників ВДЕ.

Концепцію *IPP* можна розглядати як групу розподілених генеруючих установок, систем накопичення енергії та керованих навантажень, які об'єднані, оптимізовані, скоординовані та контрольовані так, що вони можуть функціонувати як одна диспетчерська одиниця в роботі енергосистеми, а також як одна торгова одиниця на ринках електроенергії.

Під час реформування енергетичної сфери необхідно також звернути увагу на використання систем накопичення енергії, оскільки вони забезпечують інтеграцію ВДЕ до електромережі за допомогою вирішення переривчастої генерації ВДЕ, стабілізації частоти, компенсації напруги, запобігання зворотного потоку енергії, підвищення гнучкості та ефективності системи. Потрібно зазначити, що можливе застосування *ESS* і без інтеграції з ВДЕ завдяки здатності підтримувати енергомережу за допомогою таких послуг, як енергетичний арбітраж, зниження пікових навантажень, балансування, регулювання напруги, регулювання частоти та аварійний запуск.

Поступове зростання електромобілів зумовлює створення нормативних документів щодо застосування технології *Vehicle-to-Grid*, особливо стосовно сучасних мікромереж або "розумних мереж" з ВДЕ. Розробивши відповідні уніфіковані алгоритми управління зарядними станціями та електромобілями, можна нівелювати більшість проблем, пов'язаних із розподіленими енергоресурсами, шляхом адекватного керування системою.

Концепція будівель з нульовим споживанням енергії була встановлена як стратегічна мета для нових та реконструйованих будівель і стала частиною енергетичної політики в Європейському Союзі. Проте на сьогодні можна говорити про орієнтацію на так звану "активну будівлю". *РЕВ* є ключовим кроком на шляху до декарбонізації будівельного сектору. Вони сприятимуть зменшенню перевантаження енергосистеми, забезпечуючи гнучкий енергетичний актив, який дає змогу будівлям та енергетичним спільнотам діяти як інтегровані частини енергосистеми та обмінюватися різними видами енергії між собою та з мережею.

Розглянувши світові тренди, можемо підсумувати, що успішна трансформація енергетичного сектору є технічно можливою, проте вона вимагає швидкого впровадження політики та фундаментальних політичних змін. Але для прийняття економічно ефективних рішень, здатних одночасно досягти кількох цілей, необхідна комплексна розробка нормативно-правового забезпечення. Тому над вирішенням цього питання буде здійснено подальшу роботу.

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року. Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text> (дата звернення: 12.12.2022).
2. Про затвердження плану пріоритетних дій Уряду на 2023 рік. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.03.2023 р. № 221-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-planu-priorytetnykh-dii-uriadu-na-2023-rik-221r-140323> (дата звернення: 26.03.2023).
3. Брич В.Я., Пуцентейло П.Р., Гунько С.І. Розвиток критичних технологій у сфері енергетичної безпеки України. *Інноваційна Економіка*. 2022. № 2–3. С. 115–126. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2022.2-3.14>.
4. Mueller S., Vithayasrichareon P. Getting Wind and Sun onto the Grid; International Energy Agency (IEA): Paris, France, 2017. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/1b5de86e-4499-4ae7-84b6-948bc2ca2759/Getting_Wind_and_Sun.pdf.
5. Про схвалення Концепції впровадження “розумних мереж” в Україні до 2035 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.10.2022 р. № 908-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-p#Text> (дата звернення: 26.02.2023).
6. Strezoski L. Distributed energy resource management systems– DERMS. State of the art and how to move forward. *WIREs Energy and Environment*. 2023. Vol. 12(1) DOI: <https://doi.org/10.1002/wene.460>.
7. Tan K.M., Babu T.S., Ramachandaramurthy V.K., Kasinathan P., Solanki S.G., Raveendran S.K. Empowering smart grid: A comprehensive review of energy storage technology and application with renewable energy integration. *Journal of Energy Storage*. 2021. Vol. 39. Pp. 102591. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102591>.
8. Zgheib R., Al-Haddad K., Kamwa I. V2G, G2V and active filter operation of a bidirectional battery charger for electric vehicles. 2016 *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, Taipei, 14–17 March 2016. DOI: <https://doi.org/10.1109/icit.2016.7474935>.
9. Energy efficiency – Revision of the Energy Performance of Buildings Directive. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12910-Energy-efficiency-Revision-of-the-Energy-Performance-of-Buildings-Directive_en (дата звернення: 12.12.2022).

MODERN SOLUTIONS FOR CONNECTING RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO THE ELECTRICITY SUPPLY SYSTEM

V.A. Stepanenko

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,

Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, 03056, Ukraine

e-mail: vi.stepanenko@kpi.ua

According to the Energy Strategy of Ukraine, the development of renewable energy sources (RES) is expected to be the most dynamic compared to other types of generation. However, the existing energy problems and threats require the development of new and amendment of existing legislative and by-laws, as well as a number of sectoral norms regulating activities in the energy sector. The article provides an overview of the world's current trends in renewable energy, as well as the formation of areas that should be focused on when reforming the energy sector. The long-term energy policy of the state should be focused on the effective integration of RES into the power supply system. To this end, it is necessary to stimulate and control the implementation of distributed power generation management systems, virtual power plants, and energy storage systems. The gradual growth of electric vehicles leads to the use of Vehicle-to-Grid technology, especially when considering modern microgrids or "smart grids" with RES. And the concept of an "active building" is a key step towards decarbonizing the construction sector. Ref. 9, fig. 2.

Keywords: renewable energy sources, distributed energy resource management systems, virtual power plant, energy storage system, Vehicle-to-Grid, Plus Energy Buildings.

1. On approval of the Energy Strategy of Ukraine until 2035. Safety, Energy Efficiency, Competitiveness. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 18.08.2017 No. 605-p. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text> (date of access: 12.12.2022). (Ukr)
2. On approval of the Government approves 2023 Priority Action Plan: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 14.03.2023 No. 221-p. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-planu-priorytetnykh-dii-uriadu-na-2023-rik-221r-140323> (date of access: 26.03.2023). (Ukr)
3. Brych V., Putsenteilo P., Hunko S. Development of critical technologies in the field of energy security of Ukraine. *Innovative Economy*. 2022. No 2–3. Pp. 115–126. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2022.2-3.14> (Ukr)
4. Mueller S., Vithayasrichareon P. Getting Wind and Sun onto the Grid; International Energy Agency (IEA): Paris, France, 2017 URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/1b5de86e-4499-4ae7-84b6-948bc2ca2759/Getting_Wind_and_Sun.pdf

5. On Approval of the Concept for the Implementation of Smart Grids in Ukraine until 2035: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 14.10.2022 No. 908-p. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-p#Text> (date of access: 26.02.2023). (Ukr)
6. Strezoski L. Distributed energy resource management systems– DERMS: State of the art and how to move forward. *WIREs Energy and Environment*. 2023. Vol. 12(1). DOI: <https://doi.org/10.1002/wene.460>
7. Tan K.M., Babu T.S., Ramachandaramurthy V.K., Kasinathan P., Solanki S.G., Raveendran S.K. Empowering smart grid: A comprehensive review of energy storage technology and application with renewable energy integration. *Journal of Energy Storage*. 2021. Vol. 39. Pp. 102591. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102591>
8. Zgheib R., Al-Haddad K., Kamwa I. V2G, G2V and active filter operation of a bidirectional battery charger for electric vehicles. 2016 *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, Taipei, 14–17 March 2016. DOI: <https://doi.org/10.1109/icit.2016.7474935>
9. Energy efficiency – Revision of the Energy Performance of Buildings Directive. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12910-Energy-efficiency-Revision-of-the-Energy-Performance-of-Buildings-Directive_en (date of access: 12.12.2022).

Надійшла: 07.06.2023

Прийнята: 18.09.2023

Submitted: 07.06.2023

Accepted: 18.09.2023