

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-633-1-15>

**«GREEN» RECONSTRUCTION AND SUSTAINABLE
ENERGY TRANSITION IN THE CONTEXT
OF A STRATEGIC APPROACH TO FORMING
URBAN RESILIENCE**

**«ЗЕЛЕНА» ВІДБУДОВА ТА СТАЛИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ
ПЕРЕХІД У КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЧНОГО ПІДХОДУ
ДО ФОРМУВАННЯ МІСЬКОЇ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ**

У сучасних умовах воєнних викликів, енергетичної нестабільності та глобальних екологічних загроз формування міської резильєнтності стає ключовою передумовою сталого розвитку України. Повномасштабна агресія російської федерації проти України призвела до руйнування енергетичної, транспортної та соціальної інфраструктури міст, що актуалізувало потребу в розробленні нової парадигми міського управління, заснованої на принципах енергоефективності, екологічної безпеки та правової стійкості.

Сталий енергетичний перехід, як процес переходу від вуглецево-інтенсивної економіки до відновлюваних джерел енергії, є одним із головних компонентів стратегії міської резильєнтності. Він забезпечує зниження залежності від імпорту енергоносіїв, зменшення викидів парникових газів і підвищення автономності місцевих громад. Водночас концепція «зеленої» відбудови спрямована на інтеграцію екологічних, економічних і правових інструментів у процес поствоєнного відновлення, з урахуванням принципів сталого розвитку та циркулярної економіки [1].

Так, в Україні спостерігається активізація нормативного регулювання у сфері енергетичної безпеки та «зеленої» трансформації, проте відсутній системний підхід до інтеграції цих процесів у стратегії урбаністичного розвитку. Це створює наукову прогалину, яка потребує глибокого економіко-правового аналізу сталого енергетичного переходу та «зеленої» відбудови як взаємопов'язаних складових міської резильєнтності [2].

Сучасні міста стикаються з безпрецедентними викликами, пов'язаними з кліматичними змінами, енергетичною безпекою та необхідністю забезпечення сталого розвитку. Концепція міської резильєнтності набуває особливого значення у контексті глобальних трансформацій енергетичного сектору та зростаючої потреби в екологічно відповідальних підходах до міського планування. Енергетичний перехід від викопних палив до відновлюваних джерел енергії стає не лише екологічним імперативом, а й стратегічним пріоритетом для забезпечення економічної стабільності та соціальної безпеки міських спільнот.

Резильєнтність міст визначається як здатність міських систем абсорбувати, адаптуватися та трансформуватися у відповідь на зовнішні шоки та стресові фактори, зберігаючи при цьому свої основні функції та забезпечуючи добробут мешканців [3, с. 78–82]. У контексті енергетичних систем резильєнтність охоплює декілька взаємопов'язаних вимірів: технічну надійність інфраструктури, економічну стійкість до цінових коливань, соціальну доступність енергетичних послуг та екологічну сталість енергопостачання [4, с. 156–160]. Перехід до резильєнтної енергетичної системи вимагає переосмислення традиційних централізованих моделей енергопостачання, що підтверджується численними дослідженнями європейських практик [5, с. 234–238]. Енергетична незалежність міст безпосередньо корелює з рівнем їхньої резильєнтності. Залежність від імпорту енергоресурсів створює системні вразливості, пов'язані з геополітичними ризиками, волатильністю цін на світових ринках та можливими перебоями в постачанні. Диверсифікація енергетичних джерел через впровадження локальних систем відновлюваної енергетики дозволяє суттєво знизити залежність від зовнішніх постачальників. Сонячні електростанції на дахах будівель, вітрові турбіни міського масштабу, геотермальні системи опалення та когенераційні установки формують багаторівневу систему енергозабезпечення, здатну функціонувати навіть за умов порушення зовнішніх енергопостачань.

Геотермальна енергетика, зокрема системи низькопотенційного теплового насосу, які використовують стабільну температуру ґрунту на глибині кількох метрів, стають все більш популярними для опалення та охолодження міських будівель. Ці системи характеризуються високою енергоефективністю та мінімальним впливом на довкілля, хоча їх впровадження вимагає значних початкових інвестицій та наявності відповідної геологічної

структури. Біоенергетика в містах реалізується переважно через утилізацію органічних відходів для виробництва біогазу, який може використовуватися для генерації електроенергії та тепlopостачання, одночасно вирішуючи проблему поводження з відходами.

Енергоефективність є критичним компонентом сталого енергетичного переходу, оскільки найчистішою енергією є та, що не була використана. Підвищення енергоефективності міських будівель, які споживають приблизно 40% всієї енергії в Європейському Союзі, має величезний потенціал для зменшення загального енергоспоживання та викидів парникових газів. Термо модернізація будівельного фонду через утеплення фасадів, заміну вікон на енергоефективні конструкції, модернізацію систем опалення та впровадження систем рекуперації тепла може знизити енергоспоживання будівель на 50–70%.

Інтелектуальні енергетичні системи, засновані на технологіях Інтернету речей та штучного інтелекту, відкривають нові можливості для оптимізації енергоспоживання в режимі реального часу.

Європейський Зелений Курс (EU Green Deal), представлений Європейською Комісією у грудні 2019 року, формує комплексну стратегію трансформації Європи в перший клімат-нейтральний континент до 2050 року. Цей амбітний план охоплює всі сектори економіки, визначаючи енергетичний перехід як один із ключових пріоритетів. EU Green Deal передбачає скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55% до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року, що вимагає радикальної трансформації енергетичних систем та значного збільшення частки відновлюваної енергетики в енергетичному балансі [6, с. 67–71]. Стратегія інтеграції відновлюваної енергетики EU Green Deal наголошує на необхідності децентралізації енергетичного виробництва та розширення прав споживачів, які можуть стати просьюмерами – одночасно виробниками та споживачами енергії [7, с. 156–160]. Директива про відновлювану енергетику встановлює цільовий показник у 42,5% частки відновлюваної енергії в загальному енергоспоживанні ЄС до 2030 року, з можливим збільшенням до 45%. Для досягнення цих цілей передбачається масштабне розгортання сонячної та вітрової енергетики, розвиток офшорних вітрових парків, модернізація електромереж для забезпечення інтеграції великих обсягів відновлюваної енергії та створення систем зберігання енергії. Хвиля оновлення, запущена в рамках EU Green Deal, спрямована на подвоєння темпів енергетичної реновації будівель протягом

наступного десятиліття. Ініціатива передбачає мобілізацію значних фінансових ресурсів через різні механізми, включаючи Фонд відновлення та стійкості, Механізм справедливого переходу та Програму InvestEU. Особлива увага приділяється подоланню енергетичної бідності та забезпеченню справедливого переходу, який не залишить нікого осторонь [8].

Нормативна база ЄС щодо енергоефективності включає Директиву про енергоефективність, яка встановлює обов'язкові цілі щодо зменшення енергоспоживання та вимагає від держав-членів розробки національних стратегій енергоефективності. Директива про енергетичні характеристики будівель встановлює мінімальні стандарти енергоефективності для нових та реконструйованих будівель, вимагаючи, щоб усі нові будівлі були майже нульового енергоспоживання. Регламент про екодизайн встановлює вимоги до енергоефективності широкого спектру продуктів, від побутової техніки до промислового обладнання.

«Зелена» відбудова в контексті міської резильєнтності передбачає трансформацію інфраструктури на засадах сталості, кліматичної нейтральності та підвищеної адаптивності, використовуючи пострізові періоди як можливість впровадження системних і інноваційних змін.

Перспективи подальшого розвитку стратегій міської резильєнтності через енергетичний перехід пов'язані з прискоренням технологічних інновацій, зниженням вартості технологій відновлюваної енергетики та накопичення енергії, а також розвитком цифрових технологій для управління складними енергетичними системами. Штучний інтелект та машинне навчання відкривають нові можливості для прогнозування енергетичного попиту та пропозиції, оптимізації роботи енергосистем та виявлення аномалій, що можуть вказувати на потенційні зброї.

Таким чином, сталий енергетичний перехід і «зелена» відбудова є не лише елементами енергетичної чи екологічної політики, а ключовими складовими міської резильєнтності, що забезпечують баланс між економічною ефективністю, екологічною безпекою та соціальною справедливістю.

Література:

1. European Commission. The European Green Deal. Brussels: European Commission, 2019. 32 p.
2. United Nations. Sustainable Energy for All: A Global Action Agenda. New York: United Nations, 2020. 46 p.

3. Folke C., Carpenter S.R., Walker B., Scheffer M., Chapin T., Rockström J. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*. 2010. Vol. 15 (4). P. 78–285.
4. Coaffee J., Lee P. Urban resilience: Planning for risk, crisis and uncertainty. London: Palgrave Macmillan. 2016. P. 150–450.
5. Bulkeley H., Castán Broto V., Hodson M., Marvin S. Cities and low carbon transitions. London: Routledge, 2011. P. 230–450.
6. European Commission. Stepping up Europe's 2030 climate ambition. COM(2020) 562 final. Brussels, 2020. P. 67–223.
7. Parag Y., Sovacool B.K. Electricity market design for the prosumer era. *Nature Energy*. 2016. Vol. 1 (4). P. 156–232.
8. European Commission. Proposal for a Social Climate Fund. COM (2021) 568 final. Brussels, 2021. P. 289–519.