



ГЛОБАЛЬНА ТА ЦИФРОВА ЕКОНОМІКА


DOI: [https://doi.org/10.58253/2078-1628-2024-2\(32\)-006](https://doi.org/10.58253/2078-1628-2024-2(32)-006)

УДК 620.9:339.9

JEL F20, F21, L94, Q40


Євген Олександрович ЛУНЬОВ

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Інститут економіки промисловості НАН України,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-8994-8409>
loonev@gmail.com


Лев Євгенович ЛУНЬОВ

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Інститут економіки промисловості НАН України,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-3164-0508>
lunev.lev01@gmail.com

Наталія Валеріївна ТРУШКІНА

кандидат економічних наук, старший дослідник,
старший науковий співробітник сектору
промислової політики та інноваційного розвитку
відділу промислової політики та енергетичної безпеки,
Науково-дослідний центр індустріальних
проблем розвитку НАН України
м. Харків, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-6741-7738>
nata_tru@ukr.net

ІНВЕСТИЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ: СВІТОВІ ТРЕНДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ

Анотація. Сучасний глобальний світ стикається із загрозами енергетичній безпеці в умовах нестабільності й мінливості безпекового середовища. Ескалація конфлікту на Близькому Сході та триваюча агресивна війна росії в Україні призвели до того, що увага різко зосередилася на деяких з



найважливіших регіонів світу, що виробляють енергію. І ключовим питанням сьогодення є пошук джерел інвестування (у тому числі й нетрадиційних) задля розвитку енергетичних систем у більшості країн світу.

З огляду на це, метою даного дослідження є визначення світових тенденцій, підходів, інструментарію і механізмів інвестиційного забезпечення розвитку енергетичних систем в умовах глобальних викликів і загроз.

Для досягнення поставленої мети виконано аналітичне оцінювання середньорічних капітальних інвестицій для доступу до енергії за сценарієм і приватний капітал у проєкти доступу до енергії за 2013-2019 рр.; розрахункових інвестицій в енергетику за типом у вибраних регіонах у 2024 р.; інвестицій в чисту енергію за регіонами за сценаріями APS і NZE до 2035 р.; витрат чистої енергії за типом і вибраними регіонами за новозеландським сценарієм у 2023 і 2035 рр.; інвестицій в енергетичний сектор за технологіями та сценаріями, а також частки в країнах з ринком, що розвивається, і в країнах, що розвиваються, 2019-2035 рр.; річних інвестицій в енергетичний сектор за сценаріями у 2024 р. і 2035 р.; щорічних інвестицій в енергетичний сектор у вибраних ринках, що розвиваються, за сценарієм, у 2023 р. і 2035 р.; обсягів інвестицій в електроенергетику за видами та сценаріями у 2023-2050 рр.; характеристик фінансування енергетичного сектору за сценарієм APS та NZE у 2023 р. і 2035 р.

У результаті дослідження встановлено, що доцільним є застосування комплексного підходу до енергетичної безпеки, яка має виходити за рамки традиційного палива й охоплювати безпечну трансформацію електроенергетики та стійкість ланцюгів постачання чистої енергії. Енергетична безпека та кліматичні дії нерозривно пов'язані: екстремальні погодні явища, високий рівень парникових викидів уже створюють серйозні ризики для енергетичної безпеки.

Перехід на чисту енергію різко прискорився в останні роки, сформований державною політикою та промисловими стратегіями, але у найближчій перспективі існує більше невизначеності щодо того, як ці політики та стратегії розвиватимуться.

Ключові слова: глобальна економіка, національна економіка, енергетична система, енергетична інфраструктура, енергетична мережа, загроза, ризик, стійкість, енергетична безпека, трансформація, світові тренди, підходи, інструментарій, механізм інвестування, інвестиційне забезпечення, безпекові аспекти, безпекове середовище.

Постановка проблеми. На даний час геополітична напруженість і фрагментація є основними ризиками для енергетичної безпеки та



скоординованих дій щодо скорочення парникових викидів. Ескалація конфлікту на Близькому Сході та повномасштабне вторгнення росії на територію України посилюють триваючі ризики для енергетичної безпеки, з якими стикається глобальний світ.

Незважаючи на те, що деякі гострі наслідки глобальної енергетичної кризи зменшилися, геополітична невизначеність призводить до небезпеки і нестійкості глобальної енергетичної системи незалежно від технологічних або географічних особливостей.

Варто зазначити, що об'єкти критичної енергетичної інфраструктури також стикаються зі зростаючими ризиками через екстремальні природні явища й стихійні лиха у всьому світі. Дуже часто найгірші наслідки цих криз зарезервовані для найбільш вразливих верств суспільства, особливо в країнах із економікою, що переходить і розвивається. Сьогодні найвищий рівень енергетичної несправедливості спостерігається переважно у країнах Африки, де населення все ще не має доступу до основних енергетичних послуг. З огляду на всі ці проблеми, енергетична безпека залишається головною й важливою темою у світовому суспільстві та діяльності урядів більшості країн світу.

У швидко мінливому світі концепція енергетичної безпеки виходить далеко за рамки захисту від традиційних ризиків для постачань нафти та природного газу, наскільки це важливо для глобальної економіки. Це також означає забезпечення доступу до доступних джерел енергії; передбачення ризиків, що виникають в електроенергетиці; зміцнення і стійкість ланцюгів постачань чистих енергетичних технологій і найважливіших мінералів, необхідних для їх виробництва; врахування зростаючих загроз енергетичному ландшафту й критично важливим об'єктам інфраструктури унаслідок кліматичних змін [1-3]; управління відновлювальними ресурсами в енергетиці у контексті забезпечення економічної стійкості енергетичних систем [4]. При цьому одним із першочергових напрямів ефективного розвитку світової енергетичної системи визнано належне інвестиційне забезпечення [5].

З огляду на це, необхідність методичного обґрунтування і розроблення механізму інвестиційного забезпечення розвитку енергетичних систем з урахуванням сучасних глобальних викликів, ризиків і загроз обумовлюють проведення подальших досліджень у цьому напрямі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню безпекових аспектів розвитку енергетичної інфраструктури і ключових питань підвищення рівня енергетичної безпеки як складової економічної безпеки присвячено багато наукових публікацій зарубіжних (А. Farrell et al. [6], А. Kwilinski et al. [7], D. Rehak [8]) та українських (С. Капітула, Є. Міщук [9], А. Завербний та ін. [10], О. Суходоля, Ю. Харазішвілі, Г. Рябцев [11]; О. Гуцалюк (О. Hutsaliuk) та ін. [12], І. Губарева, М. Хаустов [13]) учених.



Окремі аспекти застосування інструментарію, підходів і методів оптимізації режимів функціонування енергетичних мереж входять до кола наукових інтересів таких видатних дослідників, як M. González-Eguino [14]; B. Lunis, J. Hanny [15]; V. Denysov et al. [16]; V. Khaustova et al. [17-18]; A. Zaporozhets et al. [19].

Значну кількість наукових праць дослідників (A. Clark-Ginsberg et al. [20], D. Gielen et al. [21], O. Hutsaliuk et al. [22], H. Lund et al. [23] та інші) присвячено визначенню особливостей, тенденцій, пріоритетних напрямів і шляхів трансформації енергетичних систем у країнах світу.

Слід зауважити, що в останні роки зарубіжні й вітчизняні вчені (F. Yang, S. Zhang, C. Sun [24]; Т. Мурована [25]; І. Олексів, А. Дрібнюк [26]; О. Романюк, В. Герасимчук [27]; М. Савченко, Т. Романець [28] та інші) приділяють особливу увагу розробленню механізмів інвестиційного забезпечення розвитку енергетичного сектору у країнах світу.

Водночас, віддаючи належне науковим напрацюванням зарубіжних і вітчизняних вчених у дослідженні обраної проблематики, потрібно відзначити, що деякі питання інвестиційного забезпечення розвитку світових енергетичних систем потребують подальших розробок і пошуку шляхів їх вирішення. І особливо вирішення даної проблеми актуалізується в умовах активізації збройних конфліктів, бойових дій, стихійних лих, техногенних катастроф, змін клімату.

Таким чином, дана проблема зумовила **мету даної статті**, яка полягає у дослідженні світових тенденцій, підходів, інструментарію і механізмів інвестиційного забезпечення розвитку енергетичних систем в умовах глобальних викликів і загроз.

Виклад основного матеріалу й отриманих наукових результатів. Як свідчить аналіз, для досягнення загального доступу до енергії до 2030 року, щороку потрібні близько 55 млрд дол. початкових інвестицій, близько двох третин яких потрібно у країнах Африки (рис. 1). Це менше 2% поточних річних витрат на енергію.

Поточний рівень інвестицій трохи нижче 10 млрд дол. США на рік. Значення даного показника набагато менше, ніж потрібно, і знизився. Причому рівень знизився приблизно на 75% від рівня до COVID-19. Однак це зниження частково пояснюється тим, що великі економіки досягли швидкого прогресу за останні роки та майже універсального доступу до електроенергії. Обмеження доступності означають, що приватний капітал може покрити лише невелику частку фінансування, необхідного для доступу до енергії, тоді як африканські уряди вже стикаються із зростаючими занепокоєннями щодо прийнятності боргу.

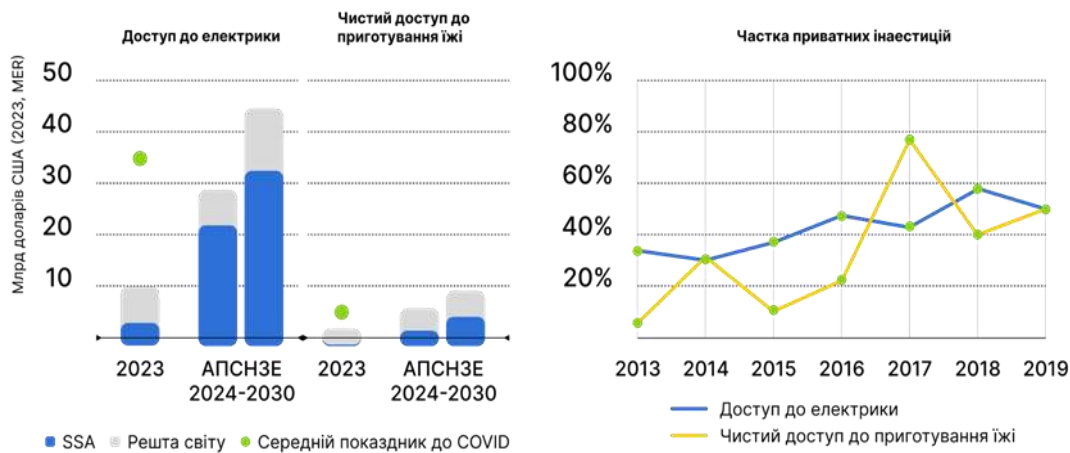


Рис. 1. Середньорічні капітальні інвестиції для доступу до енергії за сценарієм і приватний капітал у проєкти доступу до енергії за 2013-2019 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Це означає, що виділення офіційної допомоги на розвиток енергетики в Африці є життєво важливим для досягнення швидшого прогресу, але рівень такої допомоги для енергетичних проєктів залишався статичним протягом останнього десятиліття.

Без більшої міжнародної прихильності до загального доступу до енергії існує ризик того, що багато економік, що розвиваються, можуть залишитися позаду. Нову колективну кількісну ціль щодо фінансування боротьби з кліматом можна використати як засіб для усунення принаймні часткового дефіциту фінансування. Поновлення уваги до питань доступу до енергії у рамках міжнародного кліматичного фінансування та допомоги розвитку вже забезпечує поштовх для пільгового капіталу для доступу. Програма «Місія 300», яка має на меті забезпечити 300 млн людей доступом до електроенергії, отримала початкові зобов'язання у розмірі 30 млрд дол. США і має на меті досягти приблизно 90 млрд дол. США [29].

Необхідно враховувати до закликів збільшення фінансування боротьби з кліматом і супроводження їх постійними зусиллями для активізації участі приватного сектора. Все це у кінцевому підсумку залежить від непохитної відданості досягненню універсального доступу з боку урядів країн, де потрібен прогрес, разом із посиленою прихильністю з боку міжнародної спільноти, включаючи міжнародні фінансові установи.

Одним із першочергових напрямів розвитку енергетичних систем визнано збільшення обсягу інвестицій у чисту енергію в країнах з ринком, що



формується, і в країнах, що розвиваються. Так, у 2023 р. глобальні інвестиції в енергетичний сектор сягнули приблизно 2,9 трлн дол. і, ймовірно, перевищать 3 трлн дол. у 2024 р. Причому майже 2 долари США інвестовано в низку екологічно чистих енергетичних технологій та інфраструктуру на кожен 1 долар США, витрачений на викопне паливо. До пандемії Covid-19 це співвідношення було ближче до 1:1 [29].

Глобальні інвестиції в чисту енергетику зросли з 2015 р. на 60%, що обумовлено не лише цілями щодо скорочення викидів, але й міцною економічною базою, міркуваннями енергетичної безпеки у період надзвичайної нестабільності цін на викопне паливо та конкуренцією між провідними економіками за позиції у новій економіці чистої енергії, яка стане важливим джерелом зростання та зайнятості у найближчі роки.

В останні роки збільшення інвестицій у чисту енергетику походить здебільшого з розвинутих економік і Китаю, що становить 85% від загального обсягу, тоді як на інші країни з ринком, що розвивається, і країни, що розвиваються, де проживає дві третини світового населення, становить лише 15% [29] (рис. 2). Ця неузгодженість викликає серйозне занепокоєння, враховуючи, що попит на енергетичні послуги в економіках, що розвиваються, неминуче зросте у найближчі роки для підтримки підвищення рівня життя, загального доступу до енергії та будівництва сучасної інфраструктури. Висока вартість капіталу та відсутність доступного довгострокового фінансування є ключовим фактором цих регіональних дисбалансів і перешкодою для збільшення потоків капіталу до ринків, що розвиваються, і економік, що розвиваються, у майбутньому.

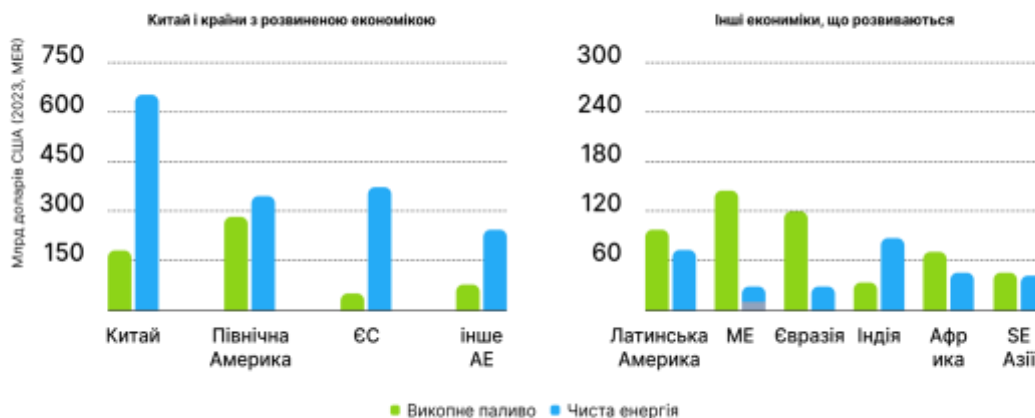


Рис. 2. Розрахункові інвестиції в енергетику за типом у вибраних регіонах у 2024 р.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Інвестиції в проекти чистої енергетики збільшуються в усіх частинах світу за новозеландським сценарієм, але регіональні дисбаланси означають, що необхідне збільшення особливо різке в країнах з ринком, що розвивається, і в країнах, що розвиваються, крім Китаю. За новозеландським сценарієм річні витрати на чисту енергію подвоюються в країнах з розвинутою економікою та у Китаї до 2035 р. порівняно з рівнями 2023 р. Однак в інших країнах, що розвиваються, вони збільшуються більш ніж у 6 разів (рис. 3).

Зростання витрат на чисту енергію, яке вимагається як за сценарієм APS, так і за сценарієм NZE, може здатися проблематичним для країн з ринком, що розвивається, і країн, що розвиваються (рис. 4). Але багато прикладів показують, що чітке бачення енергетичних переходів, підкріплене розумною політикою, нормативними актами та залученням приватного сектору, може сприяти зростанню як кількості, так і якості інвестицій у чисту енергію. І переваги цих інвестицій виходять далеко за межі пом'якшення зміни клімату. Багато об'єктів чистої енергетики після їх встановлення мають нижчі експлуатаційні витрати, ніж об'єкти, що працюють на викопному паливі, і фінансово не залежать від нестабільних витрат на паливо. Це може принести значні довгострокові переваги в енергетичній та економічній безпеці, особливо для економік, які сильно залежать від імпорту палива.

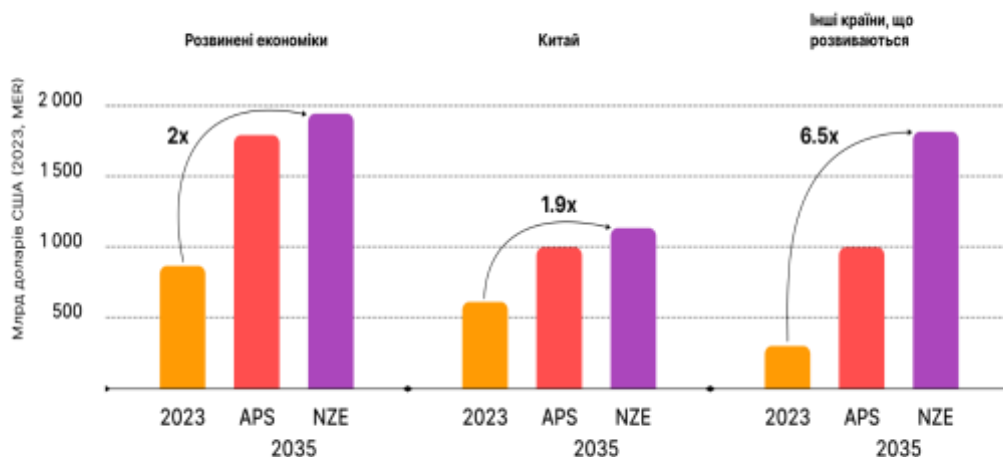


Рис. 3. Інвестиції в чисту енергію за регіонами за сценаріями APS і NZE до 2035 р.

Примітки: APS – The Announced Pledges Scenario (сценарій оголошених обіцянок); NZE – The Net Zero Emissions Scenario (сценарій чистого нульового викиду).

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

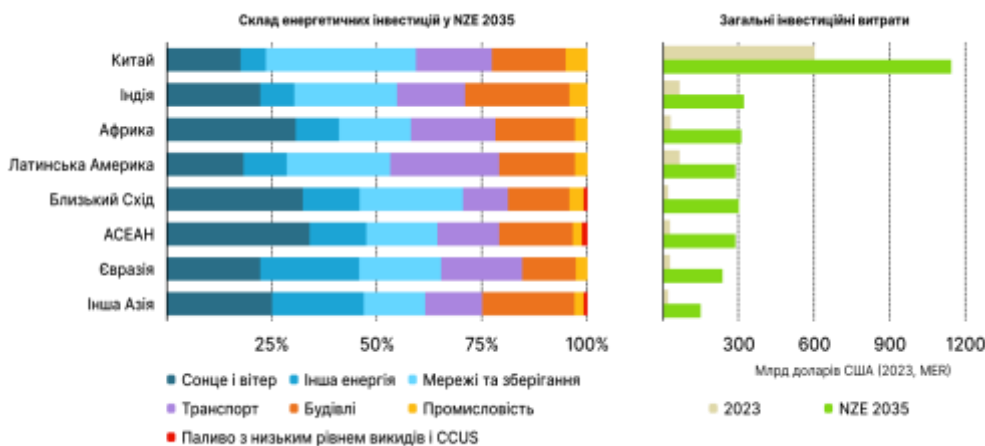


Рис. 4. Витрати чистої енергії за типом і вибраними регіонами за новозеландським сценарієм у 2023 і 2035 рр.

Примітка: NZE 2035 = чисті нульові викиди до 2050 року, сценарій у 2035 році; CCUS = уловлювання, використання та зберігання вуглецю; MER = ринковий обмінний курс.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Усунення розриву в інвестиціях у чисту енергетику в економіках, що розвиваються, потребує мобілізацію капіталу та спрямування його в сектори, які представляють різні ступені та типи ризиків для інвесторів. Наприклад, виклики та бізнес-моделі, які мають відношення до масштабного сонячного фотоелектричного проєкту з довгостроковим контрактом, відрізняються від тих, що виникають у зв'язку з лінією електропередачі, яка фінансується на балансі державним комунальним підприємством, або електромобіль, який домогосподарство оплачує споживчими коштами або власними заощадженнями. Ризики також можуть відрізнятися для різних проєктів в одному секторі та для подібних проєктів у різних країнах, оскільки такі фактори, як політична та макроекономічна стабільність і верховенство права, мають широкі наслідки для сприйняття ризику, а отже, і для вартості капіталу.

Перспективи розширення інвестицій у чисту енергетику в усіх секторах значною мірою залежать від визначеності політики, надійності даних і ефективного управління. Тому вдосконалення у цих сферах є критично важливим. Це має супроводжуватися та сприяти значним збільшенням міжнародної державної фінансової та технічної підтримки, включаючи більші обсяги пільгового фінансування для залучення значно вищого кратного приватного капіталу. До 2030 року за новозеландським сценарієм щорічне пільгове фінансування енергетичного сектору зросте втричі й досягне понад 80



100 млрд дол. США у країнах, що розвиваються, крім Китаю. Однак не всі проекти потребують державної фінансової підтримки. Розглядаючи, як збільшити інвестиції, корисно розбити загальну вимогу на категорії, які відображають певні характеристики та профілі ризику.

Перша група охоплює інвестиції в розвинені екологічно чисті енергетичні технології з відносно низьким рівнем ризику та сильною базовою економікою в країнах із відносно добрим кредитним рейтингом. Зазвичай вони можуть бути під приватним керівництвом, за умови, що інвестори впевнені у якості політики та регуляторного середовища.

Наприклад, масштабні сонячні фотоелектричні та вітряні проекти в Бразилії або Індії мають успішний досвід мобілізації приватного капіталу протягом кількох років, і з боку державного сектора потрібні лише обмежені втручання з боку фінансування. За новозеландським сценарієм загальна потреба в інвестиціях у чисту енергію в країнах, що розвиваються, окрім Китаю, у 2035 р. становить близько 1,8 трлн дол. США, і за експертними оцінками близько 40% інвестицій потрапляє в цю приватну категорію [29].

Друга група проектів, на яку припадає приблизно половина потреб у чистій енергії до 2035 року за новозеландським сценарієм, має сприяти певною формою пом'якшенню ризиків на основі співпраці між державним і приватним секторами. Ці спрощені втручання охоплюють технології, які досягли комерційної зрілості на деяких ринках, але ще не набули популярності в конкретній економіці, що розвивається, наприклад, сонячні фотоелектричні установки загального користування на ринку, що зароджується, як Камбоджа, а також нові технології в юрисдикціях з відносно низьким ризиком, які потребують додаткової підтримки для перших проекти комерційного масштабу, наприклад, проект водню з низьким рівнем викидів у Чилі. Вони також охоплюють проекти, де національна кредитоспроможність є низькою та обмеженнями для інвесторів, або де значні соціальні прибутки, такі як ті, що виникають від покращення доступу до енергії, потребують певної форми державної підтримки для забезпечення доступності та банківської придатності.

Третя група, на яку припадає близько 6% проектів, стосується інвестицій, для яких комерційний капітал або недоступний, або доступ до нього занадто дорогий, оскільки реальні та передбачувані ризики дуже високі. Ці інвестиції мають бути публічно керованими. Вони включають проекти в деяких найменш розвинутих країнах світу та проекти у країнах, які залучені до конфліктів або вийшли з них, а також ті, що включають деякі нові технології або аспекти громадської інфраструктури, які потребують значної державної підтримки для зниження витрат.



Ці три категорії допомагають диференціювати типи та масштаби фінансування, які можуть знадобитися для просування переходу на чисту енергію в країнах з ринком, що розвивається, і в країнах, що розвиваються, а також забезпечити засоби визначення випадків, які потребують додаткової підтримки з боку державних фінансових установ, включаючи стратегічне використання пільгового фінансування для залучення значно більших обсягів приватного капіталу.

Спрощені втручання необхідно розробляти таким чином, щоб не тільки допомагати окремим проектам просуватися вперед, але й шукати шляхи для інших проектів без однакового рівня підтримки. Пільгове фінансування є дефіцитним, і його необхідно використовувати таким чином, щоб його вплив зберігався, навіть якщо саме фінансування припинено. По суті, це означає допомогу проектам просунути до точки, коли ними зможе керувати приватний сектор. Ключем до цього є розгляд реформ, спрямованих на усунення базових бар'єрів, як частини процесу розроблення та впровадження втручання, а також стандартизація, наскільки це можливо, основної документації, наприклад, для угод про купівлю електроенергії.

Розширення чистої енергії потребує інтегрованих політичних підходів і загальносистемного планування. В енергетичному секторі, наприклад, залучення нових джерел генерації, особливо змінних, таких як сонячні фотоелектричні та вітрові, вимагає гнучкої роботи інших генеруючих активів і заходів для розширення та модернізації мереж і накопичувачів. У країнах із великими парками електростанцій, що працюють на вугіллі, це означає перепрофілювання вугільних електростанцій для надання послуг з балансування або створення умов для раннього виходу з експлуатації, щоб дозволити розширити чисті джерела, віддаючи пріоритет виведенню з експлуатації старіших, менш ефективних агрегатів. Це також означає повне визнання важливості заходів з боку попиту та енергоефективності.

Крім цього, розширення означає виявлення і пошук нових джерел фінансування. На даний час внутрішні джерела капіталу забезпечують більшу частину фінансування інвестиційних проектів чистої енергетики в країнах, що розвиваються. Цей висновок значною мірою зумовлений вагою Китаю у загальних цифрах, оскільки понад 90% проектів чистої енергії в Китаї фінансуються з внутрішніх джерел. Але внутрішнє фінансування також мало вирішальне значення в інших країнах, що розвиваються, які успішно збільшили інвестиції в чисту енергію, включаючи Індію та Південну Африку. Глибші місцеві ринки капіталу в інших юрисдикціях можуть сприяти фінансуванню проектів у сфері чистої енергетики, тоді як розвиток вторинних ринків із діючих активів зі



стабільними потоками доходу також може допомогти рециркулювати капітал у нові проекти.

Таким чином, обсяг інвестицій, необхідних для успішного переходу на чисту енергетику, вимагає більшої ролі міжнародного капіталу. Наприклад, економіка країн, що розвиваються, за винятком Китаю, спостерігає різке збільшення потоків капіталу з міжнародних джерел з 20% у 2023 р. до 35% за новозеландським сценарієм у 2035 р. Такі фінансові інструменти, як «зелені», соціальні, стійкі та прив'язані до сталого розвитку облігації мають потенціал для масштабної мобілізації приватного капіталу шляхом залучення інституційних інвесторів, які зазвичай не інвестують в окремі проекти. Платформи агрегації проектів і механізми сек'юритизації також необхідні для подолання асиметрії між відносно невеликим розміром більшості проектів чистої енергії, особливо у секторі кінцевого споживання, в економіках, що розвиваються, і порівняно великим мінімальним розміром інвестицій, які зазвичай вимагають інституційні інвестори.

В останнє десятиріччя у країнах світу особливої актуальності набувають питання інвестиційного забезпечення розвитку енергетичних систем. Загальні інвестиції в енергетичний сектор становили у середньому понад 1 трлн дол. США на рік з 2019 по 2023 роки, включаючи будівництво або реконструкцію всіх типів електростанцій, розширення та реконструкцію електромереж і розгортання накопичувачів енергії, і перевищили інвестиції в постачання викопного палива в 2020 р. Фотоелектричні та вітряні електростанції наразі становлять майже 50% світового обсягу, а електромережі – приблизно одну третину.

Глобальні інвестиції в енергетичний сектор до 2030 р. зростуть до 1,7 трлн дол. США за STEPS (Stated Policies Scenario, сценарій заявленої політики) (рис. 5). До 2030 р. інвестиції у вітрові та сонячні фотоелектричні системи збільшаться приблизно на одну чверть, а інвестиції в мережі – на дві третини. Інвестиції в акумуляторні батареї збільшаться втричі порівняно з нинішнім рівнем, досягнувши приблизно 120 млрд дол. США в усьому світі у 2030 р., а інвестиції в атомну енергетику трохи збільшаться на 5%. У APS інвестиції досягнуть 2,1 трлн дол. США до 2030 р., оскільки джерела енергії та технології накопичення з низьким рівнем викидів розгортаються швидше, ніж у STEPS: інвестиції у вітрову та сонячну фотоелектричні системи збільшуються в 1,6 рази порівняно з поточними рівнями, а витрати на електромережі передачі та розподілу – до 690 млрд дол. США. Окрім інвестицій, модернізація та розширення електромереж вимагає змін у законодавстві та плануванні.

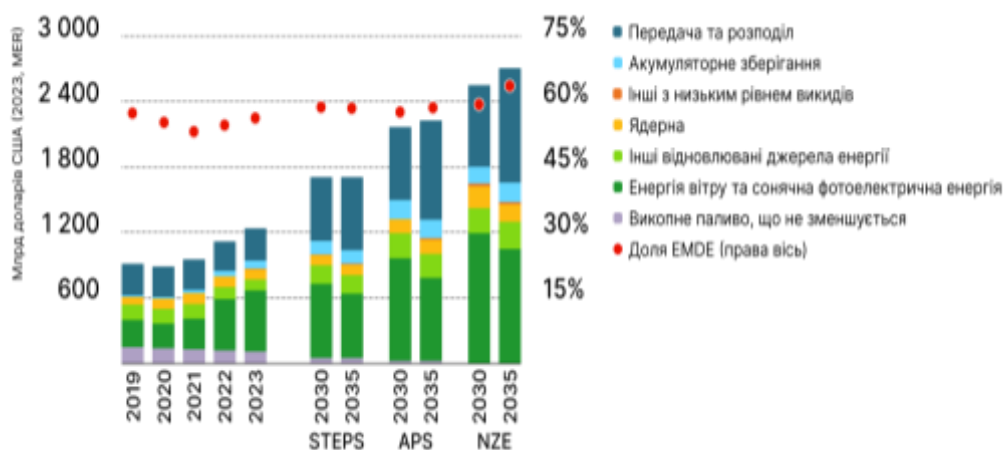


Рис. 5. Інвестиції в енергетичний сектор за технологіями та сценаріями, а також частка в країнах з ринком, що розвивається, і в країнах, що розвиваються, 2019-2035 рр.

Примітки: MER = ринковий обмінний курс; EMDE = ринок, що розвивається, і країни, що розвиваються.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Інші відновлювані джерела енергії включають відходи, біоенергію, геотермальну, гідроенергію, концентровану сонячну енергію, морську (припливів і хвиль) енергію для виробництва електроенергії та тепла. Інші види з низьким рівнем викидів включають вископне паливо з CCUS, водень і аміак. Після 2030 року рівень інвестицій у майже всі джерела електроенергії з низьким рівнем викидів стабілізується або трохи знизиться у 2030-х роках, оскільки до цього часу вже було зроблено дуже багато для декарбонізації енергопостачання, особливо в країнах з розвиненою економікою. Проте рівень інвестицій у мережі та батареї зростає, щоб сприяти їх вирішальній ролі у зростаючих рівнях електрифікації кінцевого споживача. У STEPS інвестиції в електромережі до 2050 р. зростуть майже вдвічі порівняно з поточним рівнем, тоді як інвестиції в батареї збільшаться в 4,6 рази. В APS інвестиції в мережі в 2,4 рази вищі, ніж сьогодні, а інвестиції в батареї – у 5 разів.

На країни з ринками, що розвиваються, припадає понад 60% зростання світових інвестицій у енергетичний сектор у рамках STEPS до 2030 р. Наразі на Китай припадає понад 60% усіх інвестицій в енергетичний сектор країн, що розвиваються, і ринків, що розвиваються, і його частка не скорочуватиметься нижче 40% до 2030 р. за жодним із трьох сценаріїв. У рамках APS країни з ринками, що розвиваються, і економіки, що розвиваються, більш ніж удвічі збільшують свої середньорічні інвестиції у розмірі 560 млрд дол. за 2019-2023 рр.

до 1,2 трлн дол. до 2030 р. Причому до 2030 р. вони збільшуються майже на 80% навіть у STEPS. Країни з розвинутою економікою спостерігають повільніше зростання, ніж країни з ринком, що формується, і економіки, що розвиваються, в APS, але їхній рівень інвестицій у 2030 р. подвоївся в APS і приблизно на 55% перевищує середній рівень у 2019-2023 роках у STEPS.

Статистичний аналіз показує, що обсяг глобальних інвестицій в енергетику може перевищити у 2024 р. 3 трлн дол. Близько 2 трлн дол. планується витратити на чисті енергетичні технології та інфраструктуру та 1 трлн дол. на постачання викопного палива та виробництво електроенергії. Ця картина помітно відрізняється від тієї, що була десять років тому: загальні інвестиції в енергетику тоді становили близько 2,8 трлн дол., з яких приблизно 60% витрачалося на викопне паливо і лише 40% – на чисту енергію. З 2015 р. інвестиції у викопне паливо скоротилися більш ніж на 30%, а витрати на чисту енергію зросли майже на 70%. У 2024 р. планується інвестувати близько 860 млрд дол. у постачання нафти і газу, що приблизно на 20% більше, ніж інвестовано у 2035 р. у STEPS. У 2024 р. на вугілля планується витратити близько 165 млрд дол., що більш ніж удвічі перевищує рівень, зафіксований у STEPS у 2035 р.

Слід відзначити, що необхідні інвестиції в існуючі та деякі нові родовища нафти і газу, але немає потреби в сукупності для нової розвідки. За новозеландським сценарієм зниження попиту є достатньо різким, тому не потрібні нові звичайні нафтогазові проєкти з тривалим терміном реалізації, а також не потрібні нові вугільні шахти чи продовження терміну служби вугільних шахт. У результаті інвестиції у викопне паливо за сценарієм NZE скоротяться до 2035 р. більш ніж на 75%. Інвестиції в чисту енергію збільшуються за кожним сценарієм. У STEPS понад 75% загальних інвестицій в енергетику в розмірі 3,5 трлн дол. спрямовано на чисту енергію до 2035 р. За сценарієм APS чиста енергія становить 4,5 трлн дол. інвестицій в енергетику. За новозеландським сценарієм на чисту енергію припадає понад 95% інвестицій загальною сумою 5,2 трлн дол. (рис. 6).

Інвестиції в виробництво електроенергії та мережеву інфраструктуру з низьким рівнем викидів стрімко зростуть у наступні кілька років, а транспортний сектор привабить більше кінцевих інвестицій, ніж будь-який інший сектор до 2035 р. за всіма сценаріями, завдяки переходу на електромобілі та необхідним інвестиціям у допоміжну інфраструктуру. Майже 85% загальних інвестицій у чисту енергію у 2024 р. буде здійснено в країнах з розвинутою економікою та Китаї, хоча в них проживає лише 35% населення світу. Висока вартість капіталу залишається основною перешкодою для інвестування в проєкти чистої енергії та інфраструктуру в багатьох країнах з ринками, що розвиваються, і економіками, що розвиваються. Витрати на фінансування типового масштабного сонячного фотоелектричного проєкту принаймні вдвічі вищі в країнах з ринком, що розвивається, і в країнах, що розвиваються, ніж у розвинутих економіках і Китаї.



Але відсутність доступних внутрішніх пулів кредитування у місцевій валюті та висока вартість інструментів зниження валютних ризиків також є факторами.

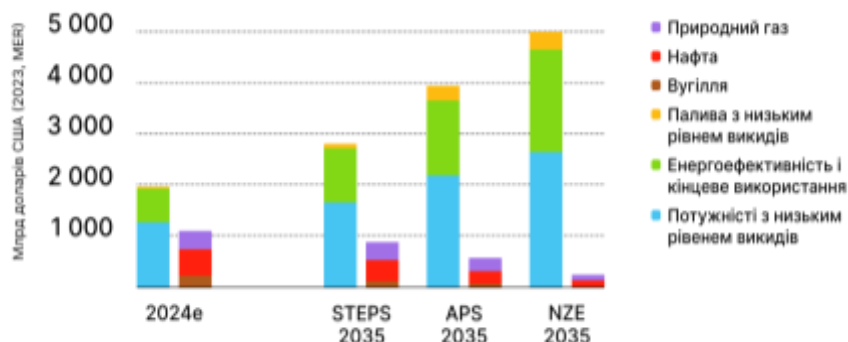


Рис. 6. Річні інвестиції в енергетичний сектор за секторами та сценаріями у 2024 р. і 2035 р.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Країни з розвинутою економікою та Китай збільшують свої інвестиції в чисту енергію більш ніж на 30% до 2035 р. за сценарієм STEPS, на 60-80% за APS і на 70-100% за NZE. Інвестиції в чисту енергію в інших країнах з ринком, що розвивається, і економіками, що розвиваються, подвоюються в STEPS, потроюються в APS і збільшуються у шість разів за сценарієм NZE за цей період (рис. 7). За новозеландським сценарієм 40% світових інвестицій у чисту енергетику відбуватиметься у цих регіонах у 2035 р., порівняно з 15% у теперішній час.



Рис. 7. Щорічні інвестиції в енергетичний сектор у вибраних ринках, що розвиваються, за сценарієм, у 2023 р. і 2035 р.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Очікується, що світові інвестиції в енергетичний сектор досягнуть у 2024 р. понад 1,3 трлн дол., більшість з яких спрямована на енергетичні активи з низьким рівнем викидів, такі як відновлювані джерела енергії, атомна енергетика, мережі та акумуляторні батареї. Незважаючи на занепокоєння щодо високих процентних ставок і прибутковості компаній, що займаються відновлюваною енергетикою. Це означає збільшення на 8% порівняно з загальними інвестиціями в електроенергію з низьким рівнем викидів у 2023 р. До 2035 р. інвестиції в енергетику з низьким рівнем викидів становлять майже усі інвестиції в енергетичний сектор за STEPS та APS, і за цими сценаріями він зростає до 1,7 трлн дол. і 2,2 трлн дол., відповідно. Рівень інвестицій ще вищий за сценарієм NZE. Досягнення цілі щодо потроєння встановленої потужності відновлюваних джерел енергії до 2030 року, як за цим сценарієм, вимагає подвоєння поточних рівнів інвестицій у відновлювану енергетику, мережі та накопичувачі акумуляторів до 2,5 трлн дол. до 2030 р. Ця сума зростає до 2,7 трлн дол. до 2035 р., оскільки світ швидко електрифікується у значній частині глобальної економіки для досягнення цілей доступу до клімату та енергії, а також у зв'язку зі швидким зростанням попиту на ринках, що розвиваються, і в країнах, що розвиваються. За всіма сценаріями інвестиції в енергетичний сектор досягають піку приблизно у 2035 р., а потім знизяться, оскільки витрати на відновлювану енергію та зберігання акумуляторів продовжують зменшуватися, а кількість нових установок відновлюваних джерел енергії дещо зменшується з середини 2030-х років після повної декарбонізації енергосистем (рис. 8).

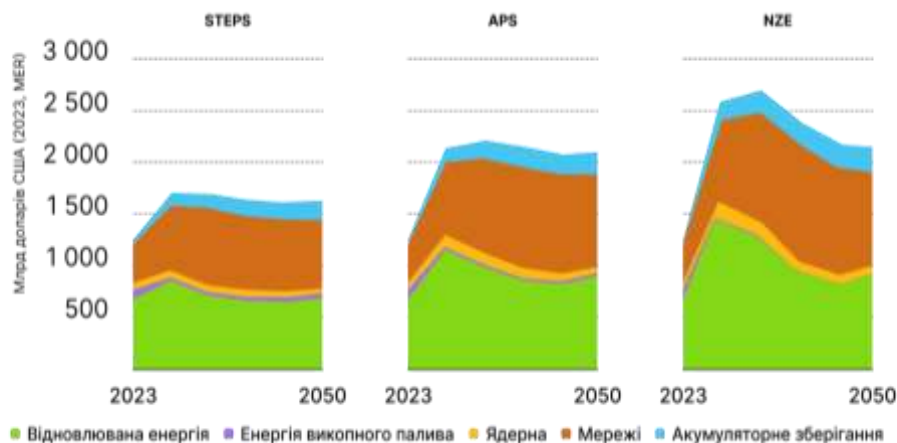


Рис. 8. Інвестиції в електроенергетику за видами та сценаріями у 2023-2050 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].



Зменшення є особливо помітним за сценарієм NZE, оскільки витрати на відновлювану енергію знижуються швидше, ніж в інших сценаріях, у відповідь на силу початкового нарощування потужностей у цьому сценарії. Щоб уможливити таке розгортання відновлюваних джерел енергії, витрати на електромережі та зберігання акумуляторів подвоюються з приблизно 0,6 дол. за долар, інвестований у 2023 р., до 1,2 дол. за інвестований долар у 2050 р. за всіма сценаріями.

Зелена угода Європейського Союзу допомогла збільшити витрати на чисту електроенергію в Європі на 70% у період з 2019 по 2024 рр., а Закон США про зниження інфляції призвів до зростання на 60% у Сполучених Штатах за той самий період. У Китаї також відбулося значне збільшення інвестицій у чисту енергетику, подвоївши свої витрати на відновлювані джерела енергії, атомну енергетику, мережі та батареї за останні п'ять років. У новозеландському сценарії інвестиції в чисту електроенергію збільшаться з 560 млрд дол. у 2024 р. до понад 1 трлн дол. у 2035 р. у країнах з розвинутою економікою та з 450 млрд дол. до 650 млрд дол. у Китаї. Сьогодні близько 20% світових інвестицій у чисту електроенергію припадає на ринки, що розвиваються, і країни, що розвиваються, крім Китаю. За новозеландським сценарієм інвестиції в чисту електроенергію у цих країнах зросли більш ніж у чотири рази, а їхня частка в загальному обсязі зросте до 40% до 2035 р. Зниження вартості капіталу є життєво важливим для стимулювання інвестицій. Це вимагає поєднання чітких і стабільних правил, політичних зобов'язань, інструментарію й механізмів управління ризиків, пільгового фінансування з метою залучення більшої кількості приватного капіталу.

Пільгове фінансування, що надається установами фінансування розвитку (DFI, Development finance institutions), може зіграти роль каталізатора для мобілізації приватних інвестицій, особливо в країнах з низьким рівнем доходу. Цього буде недостатньо самого по собі, щоб збільшити інвестиції до рівнів у сценарії NZE, незважаючи на його роль у сприянні інвестиціям у країни з ринками, що розвиваються, є необхідним.

У 2024 р. інвестиції в сонячну фотоелектричну енергію зростуть до 450 млрд дол., що незначно відрізняється від рівня інвестицій у 2035 р. за сценарієм NZE. Збільшення потужностей виробництва фотоелектричних модулів і батарей допомогло знизити ціни на них до рекордно низького рівня, але високий ступінь концентрації виробничих потужностей підкреслює деякі проблеми, з якими стикаються країни та компанії, які прагнуть закріпитися в економіці чистої енергії шляхом підтримки вітчизняного виробництва.

Вивчення джерел фінансування енергетичних проєктів допомагає краще зрозуміти, як їх можна масштабувати для задоволення інвестиційних потреб.

Існують значні відмінності між проектами щодо структури капіталу інвестицій, інвесторів, фінансистів та того, чи походять інвестиції з внутрішніх або міжнародних джерел (рис. 9).

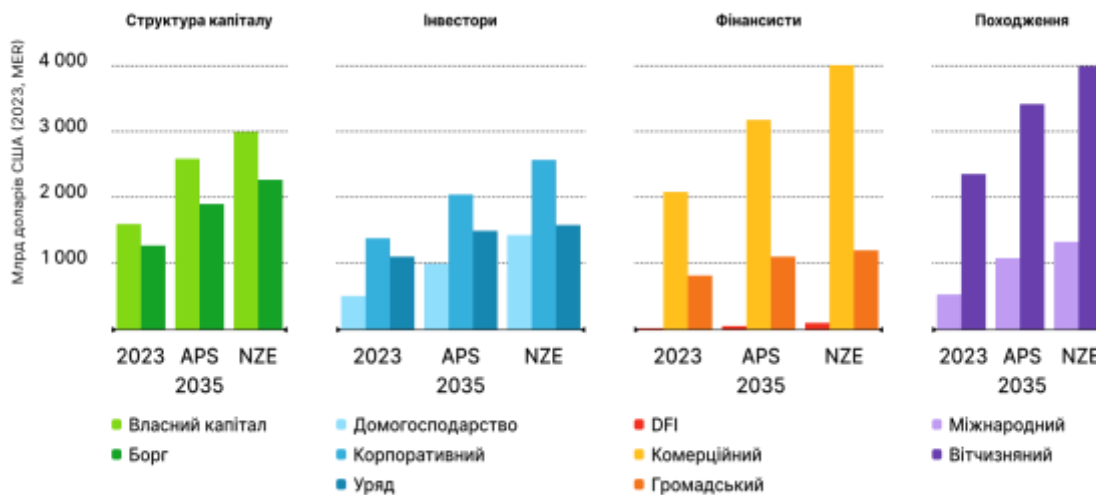


Рис. 9. Характеристики фінансування енергетичного сектору за сценарієм APS та NZE у 2023 р. і 2035 р.

Примітка: в обох сценаріях прогнозується значне збільшення фінансування з різних джерел.

Джерело: побудовано авторами на основі [29].

Структура капіталу: близько 45% поточних інвестицій в енергетику фінансується за рахунок боргу. Боргове фінансування відіграє значну роль у проєктах з виробництва чистої електроенергії та інвестиційних проєктів у мережі. Багато проєктів нової генерації підкріплюються довгостроковими угодами про закупівлю електроенергії, а у випадку мереж – регульованими тарифами. Вони забезпечують більшу передбачуваність доходів, полегшуючи доступ до боргового фінансування. Навпаки, велика частка інвестицій у промисловість сьогодні фінансується за рахунок акціонерного капіталу, часто за рахунок заощаджень домогосподарств, а багато розробок нафти та газу фінансуються за рахунок нерозподіленого прибутку.

Обсяг інвестицій в енергетику, фінансованих за рахунок боргу, залишається приблизно 45% до 2035 р. за всіма сценаріями. Боргове фінансування зростає зі збільшенням виробництва чистої енергії та інвестицій у



мережу, тоді як акціонерне фінансування зростає із збільшенням інвестицій у сектор кінцевого споживання.

В останній час існує значна частина позабалансових структур проектного фінансування для розвитку відновлюваної енергетики в усіх сценаріях: вони допомагають розподілити ризики та залучити більше інвесторів, оскільки вони не впливають безпосередньо на баланси залучених компаній. До інвесторів належать корпорації, домогосподарства та уряди. Сьогодні корпорації забезпечують приблизно половину фінансування енергетики, оскільки вони інвестують значні кошти в проекти відновлюваної енергетики.

Комерційні фінансисти також значно збільшують свої капіталовкладення у сектор чистої енергії. За сценаріями APS і NZE у 2035 р. корпоративні інвестиції як частка від загального обсягу залишаються загалом незмінними, але в абсолютному вираженні вони збільшуються на 50% у 2035 р. за сценарієм APS і на 80% за NZE. Сьогодні домогосподарства відповідають за близько 500 млрд дол. щорічних інвестицій в енергетичний сектор.

Значне збільшення інвестицій у сектор кінцевого використання домогосподарств подвоює цю суму до 2035 р. за APS і майже втричі за новозеландським сценарієм. Проте високі початкові витрати на деякі заходи з енергоефективності, ймовірно, залишаться поза коштами домогосподарств з низькими доходами, що може призвести до збільшення державної підтримки цих домогосподарств.

Сьогодні уряди відповідають за інвестиції в енергетичний сектор на суму близько 1 трлн дол. через державні компанії та активи. До 2035 р. інвестиції урядів зростуть приблизно на 35% за сценарієм APS і на 40% за сценарієм NZE. Це менший приріст, ніж для інших типів інвесторів, оскільки передбачається, що державні інвестиції та державне фінансування будуть обмежені високим рівнем заборгованості. Фінансисти енергетичних інвестицій включають державні органи, комерційні організації та фінансові установи розвитку.

Фінансування DFI становить відносно невелику частку загального фінансування сьогодні, але воно відіграє вирішальну роль у фінансуванні проектів, які в іншому випадку були б надто ризикованими для приватних інвесторів, особливо в країнах з ринком, що розвивається, і в країнах, що розвиваються. Фінансування DFI збільшується у 5,5 разів за APS до 2035 р. та у вісім разів за сценарію NZE.

Близько 80% інвестицій в енергетику сьогодні мають внутрішні джерела, а 20% надходять з міжнародних джерел. Багато країн із ринками, що розвиваються, мають фінансові обмеження, і різке збільшення необхідних інвестицій у чисту енергію потребує значного збільшення підтримки з боку міжнародних інвесторів та установ. Протягом наступних десяти років міжнародне фінансування зросте більш ніж вдвічі порівняно з поточним рівнем за сценарієм APS і потроїться за



сценарієм NZE. Частка міжнародного фінансування у загальних інвестиціях в енергетичний сектор зросте до 25% за сценарієм NZE у 2035 р.

Висновки. Таким чином, за результатами дослідження можна зробити такі висновки.

Загальний світовий попит на енергію зріс у 2023 р. на 2%, причому падіння у розвинутих економіках було компенсовано значним зростанням у країнах з ринками, що розвиваються, і в країнах, що розвиваються. Рекордно високий рівень чистої енергії став доступним у всьому світі, включаючи понад 560 ГВт нових відновлюваних джерел енергії. Очікується, що у 2024 р. у чисту енергетику буде інвестовано близько 2 трлн дол., що майже вдвічі перевищує суму, інвестовану у викопне паливо.

Однак дві третини загального збільшення попиту на енергію залучено у 2023 р. за рахунок викопного палива та вуглекислого газу, пов'язаного з енергетикою (CO₂) викиди досягли рекордного рівня.

Уряди загалом виділили 2 трлн дол. на фінансову підтримку чистої енергії з 2020 р. до середини 2024 р. Вони також витратили близько 940 млрд дол. на підтримку доступності енергії для споживачів під час глобальної енергетичної кризи, хоча термін дії більшості заходів, запроваджених для надання такої підтримки, закінчився.

З того часу було запроваджено або оголошено багато нових енергетичних політик, планів витрат і правил. Країни зараз приділяють більше уваги розбудові власних виробничих потужностей із чистих технологій, щоб підвищити рівень енергетичної безпеки та стимулювати економічну діяльність, у тому числі шляхом підтримки до внутрішнього виробництва або робочих місць, а також через торгові заходи. З 2020 р. було запроваджено майже 200 торгових заходів, які стосуються чистих енергетичних технологій.

На даний час розроблено три основні довгострокові сценарії, жоден з яких не є прогнозами, щоб забезпечити основу для розуміння можливого енергетичного майбутнього. Політика є критичною відмінністю між ними. Вторгнення росії на територію України, конфлікт на Близькому Сході, ширша геополітична напруженість і вибори в країнах, на які сьогодні припадає половина світового попиту на енергію, означають дуже високий рівень невизначеності щодо прогнозів.

Світова економіка зростає у середньому на 2,7% щороку до 2050 р. У глобальному світі підтримуються постійні темпи економічного зростання за всіма сценаріями, щоб полегшити порівняння впливу вибору в енергетичному секторі. Передбачається, що майбутні зміни цін на викопне паливо та важливі мінерали відбуватимуться плавно за всіма сценаріями, але залишається постійний ризик нестабільності.



Встановлено, що крихкість сучасних енергетичних ринків є нагадуванням про незмінну важливість енергетичної безпеки – основної та центральної місії Міжнародного енергетичного агентства – і про те, як більш ефективні, чисті енергетичні системи можуть зменшити ризики для енергетичної безпеки. Дедалі помітніший вплив зміни клімату, імпульс переходу на чисту енергію та характеристики технологій чистої енергії змінюють те, що означає мати безпечні енергетичні системи.

Таким чином, комплексний підхід до енергетичної безпеки має виходити за рамки традиційного палива й охоплювати безпечну трансформацію електроенергетики та стійкість ланцюгів постачання чистої енергії. Енергетична безпека та кліматичні дії нерозривно пов'язані: екстремальні погодні явища, високий рівень парникових викидів уже створюють серйозні ризики для енергетичної безпеки. Перехід на чисту енергію різко прискорився в останні роки, сформований державною політикою та промисловими стратегіями, але у найближчій перспективі існує більше невизначеності, ніж зазвичай, щодо того, як ці політики та стратегії розвиватимуться.

Перспективи подальших досліджень полягають в аналітичному оцінюванні сучасного стану і перспектив розвитку сектору зелених технологій в енергетиці у країнах світу.

Список використаних джерел:

1. Trushkina N., Pahlevanzade A., Pahlevanzade A., Maslennikov Ye. Conceptual provisions of the transformation of the national energy system of Ukraine in the context of the European Green Deal. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2021. Vol. 24. Iss. 4. P. 121-138. <https://doi.org/10.33223/epj/144861>.

2. Khaustova V., Kyzym M., Trushkina N., Khaustov M. Digital transformation of energy infrastructure in the conditions of global changes: bibliometric analysis. *Proceedings of the 12th International Conference on Applied Innovations in IT* (Koethen, Germany, March 7, 2024). Koethen: Anhalt University of Applied Sciences, 2024. Vol. 12. Iss. 1. P. 135-142. <http://dx.doi.org/10.25673/115664>.

3. Kwilinski A., Khaustova V., Trushkina N. Transformation of the Energy Infrastructure in the Context of the Implementation of the European Green Deal. *Systems, Decision and Control in Energy VI. Studies in Systems, Decision and Control* / Edited by V. Babak, A. Zaporozhets. Cham: Springer, 2024. Vol 561. P. 59-79. https://doi.org/10.1007/978-3-031-68372-5_3.

4. Луньов Є. О. Управління відновлювальними ресурсами в енергетиці в контексті забезпечення економічної стійкості енергетичних систем. *Вісник економічної науки України*. 2023. № 1(44). С. 139-150. [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).139-150](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).139-150).



5. Bezpartochnyi M., Khaustova V., Trushkina N. Investment support for the critical infrastructure development of territorial communities in the conditions of post-war reconstruction of the Ukrainian economy. *Adaptation mechanisms of socio-economic systems to global changes and challenges: resource-efficient technologies, environmental protection, security, sustainable development*: scientific monograph. Plovdiv: Higher School of Security and Economics Publishing Complex, 2024. P. 173-193. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12519297>.
6. Farrell A., Zerriffi H., Dowlatabadi H. Energy infrastructure and security. *Annual Review of Environment and Resources*. 2004. Vol. 29. P. 421-469. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.29.062403.102238>.
7. Kwilinski A., Pajak K., Halachenko O., Vasylchak S., Pushak Y., Kuzior P. Marketing tools for improving enterprise performance in the context of social and economic security of the state: innovative approaches to assessment. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. No. 4. P. 172-181.
8. Rehak D., Hromada, M., Onderkova V., Walker N., Fuggini C. Dynamic robustness modelling of electricity critical infrastructure elements as a part of energy security. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 2022. Vol. 136. Article 107700. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107700>.
9. Капітула С. В., Міщук Є. В. Методичні підходи до оцінки енергетичної безпеки як складової частини економічної безпеки національного господарства України у сучасних умовах трансформації економіки. *Причорноморські економічні студії*. 2016. Вип. 7. С. 51-54.
10. Завербний А. С., Псуй М. С., Керницький І. С. Світові тенденції розвитку енергетики та потенційні можливості для підвищення рівня енергетичної безпеки України в умовах інтегрування її енергетичного сектору. *Соціально-правові студії*. 2018. Вип. 1. С. 121-127. <https://doi.org/10.32518/2617-4162-2018-1-121-127>.
11. Енергетична безпека України: перспективна модель управління ризиками: монографія / О. М. Суходоля, Ю. М. Харазішвілі, Г. Л. Рябцев; за ред. О. М. Суходолі. Київ: НІСД, 2023. 152 с. <https://doi.org/10.53679/NISS-book.2023.01>.
12. Hutsaliuk O., Bondar Iu., Savelieva I., Shchoholieva I., Navolokina A. Resource saving as a tool for environmental and production management in ensuring economic security of sustainable enterprise development. *BIO Web of Conferences*. 2024. Vol. 114. Article 01025. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411401025>.
13. Губарєва І. О., Хаустов М. М. Ризики енергетичній безпеці. Візуалізація наукових досліджень. *Проблеми економіки*. 2024. №2. С. 21–30. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-21-30>.



14. González-Eguino M. Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. Vol. 47. Article 4168. P. 377-385. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>.
15. Lunis B. C., Hanny J. A. Direct application of geothermal energy market penetration analyses and infrastructure requirements. *Transactions – Geothermal Resources Council*. 1979. Vol. 3. P. 397-399.
16. Denysov V., Kostenko G., Babak V., Shulzhenko S., Zaporozhets A. Accounting the Forecasting Stochasticity at the Power System Modes Optimization. *Systems, Decision and Control in Energy V. Studies in Systems, Decision and Control / Edited by A. Zaporozhets*. Cham: Springer, 2023. Vol 481. P. 43-55. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_3.
17. Khaustova V., Hubarieva I., Kostenko D., Salashenko T., Mykhailenko D. Rationale for the Creation and Characteristics of the National High-Tech Production of Motor Biofuel. *Systems, Decision and Control in Energy V. Studies in Systems, Decision and Control / Edited by A. Zaporozhets*. Cham: Springer, 2023. Vol 481. P. 569-583. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_31.
18. Wang D., Gryshova I., Balian A., Kyzym M., Salashenko T., Khaustova V., Davidyuk O. Assessment of Power System Sustainability and Compromises between the Development Goals. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. Iss. 4. Article 2236. <https://doi.org/10.3390/su14042236>.
19. Zaporozhets A., Khaidurov V., Tsiupii T. Creation of High-Speed Methods for Solving Mathematical Models of Inverse Problems of Heat Power Engineering. *Systems, Decision and Control in Energy III. Studies in Systems, Decision and Control / Edited by A. Zaporozhets*. Cham: Springer, 2022. Vol 399. P. 41-74. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87675-3_3.
20. Clark-Ginsberg A., Rueda I. A., Monken J. et al. Maintaining critical infrastructure resilience to natural hazards during the COVID-19 pandemic: hurricane preparations by US energy companies. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*. 2020. Vol. 1. Article 10. <https://doi.org/10.1186/s43065-020-00010-1>.
21. Gielen D. et al. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*. 2019. Vol. 24. P. 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>.
22. Hutsaliuk O., Havrylova N., Alibekova B., Rakayeva A., Bondar I., Kovalenko Y. Management of Renewable Resources in the Energy Sector: Environmental, Economic and Financial Aspects. *Circular Economy for Renewable Energy. Green Energy and Technology / Edited by V. Koval, P. Olczak*. Cham: Springer, 2023. P. 69-89. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30800-0_5.
23. Lund H., Østergaard P. A., Connolly D., Mathiesen B. V. Smart energy and smart energy systems. *Energy*. 2017. Vol. 137. P. 556-565. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.123>.



24. Yang F., Zhang S., Sun C. Energy infrastructure investment and regional inequality: Evidence from China's power grid. *Science of the Total Environment*. 2020. Vol. 749. Article 142384. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142384>.

25. Мурована Т. О. Сучасний стан і тенденції інвестування у розвиток відновлювальних джерел. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 7. С. 15-19.


26. Олексів І. Б., Дрібнюк А. М. Аналіз сучасних інструментів інвестування у відновлювальну енергетику України. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2023. № 2(9). С. 315-325.

27. Романюк О. В., Герасимчук В. Г. Світові тенденції інвестування у сферу відновлюваної енергетики. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Вип. 9. С. 53-58.


28. Савченко М. В., Романець Т. П. Інвестиції у відновлювальну енергетику: світові тренди та сучасні інструменти. *Бізнес Інформ*. 2024. № 3. С. 23-30. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-23-30>.

29. World Energy Outlook 2024. Paris: International Energy Agency, 2024. 398 p.


Yevhen LUNOV

Postgraduate Student,
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine,
 <https://orcid.org/0000-0002-8994-8409>
loonev@gmail.com

Lev LUNOV

Postgraduate Student,
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine,
 <https://orcid.org/0000-0002-3164-0508>
lunev.lev01@gmail.com

Nataliia TRUSHKINA

Ph.D. (in Economics), Senior Research Fellow,
Senior Researcher of the Sector of Industrial Policy
and Innovative Development of the Department
of Industrial Policy and Energy Security,
Research Center for Industrial Problems
of Development of the NAS of Ukraine,
Kharkiv, Ukraine
 <https://orcid.org/0000-0002-6741-7738>
nata_tru@ukr.net



INVESTMENT SUPPORT FOR THE ENERGY SYSTEMS DEVELOPMENT: GLOBAL TRENDS AND TOOLS

Abstract. *The modern global world faces threats to energy security in the context of instability and variability of the security environment. The escalation of the conflict in the Middle East and the ongoing aggressive war of Russia in Ukraine have led to the fact that attention has sharply focused on some of the most important energy-producing regions of the world. And the key issue today is the search for sources of investment (including non-traditional ones) for the development of energy systems in most countries of the world.*

In view of this, the purpose of this study is to identify global trends, approaches, tools and mechanisms for investment support for the development of energy systems in the context of global challenges and threats.

To achieve this goal, an analytical assessment of the average annual capital investments for energy access by scenario and private capital in energy access projects for 2013-2019 was performed; estimated investments in energy by type in selected regions in 2024; clean energy investment by region under the APS and NZE scenarios to 2035; clean energy spending by type and selected regions under the New Zealand scenario in 2023 and 2035; energy sector investment by technology and scenario, and share in emerging and developing markets, 2019-2035; annual energy sector investment by scenarios in 2024 and 2035; annual energy sector investment in selected emerging markets by scenario in 2023 and 2035; electricity investment by type and scenario in 2023-2050; energy sector financing characteristics under the APS and NZE scenarios in 2023 and 2035.

The study found that a comprehensive approach to energy security is appropriate, going beyond traditional fuels and encompassing the safe transformation of the electricity sector and the sustainability of clean energy supply chains. Energy security and climate action are inextricably linked: extreme weather events, high levels of greenhouse gas emissions, already pose serious risks to energy security. The transition to clean energy has accelerated dramatically in recent years, shaped by public policies and industrial strategies, but in the near term there is more uncertainty about how these policies and strategies will develop.

Keywords: *global economy, national economy, energy system, energy infrastructure, energy network, threat, risk, sustainability, energy security, transformation, global trends, approaches, tools, investment mechanism, investment support, security aspects, security environment.*