

**Юлія Станіславівна Залознова**

чл.-кор. НАН України

д-р екон. наук, проф., директор

ORCID 0000-0003-3106-1490

e-mail: zaloznova.iep@gmail.com,

**Олександр Сергійович Сердюк**

канд. екон. наук

ст. досл., с.н.с.

ORCID 0000-0003-3049-3144

e-mail: oleksandrserdyk@ukr.net,

*Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ*

## СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ СМАРТ-ЕНЕРГОСИСТЕМ

На сьогодні енергетична система України перебуває у кризовому стані. Теплова генерація майже повністю зруйнована, потужностям гідроенергетики завдано суттєвої шкоди, а застарілі атомні енергоблоки не в змозі покрити дефіцит електроенергії. Це позначається на вартості виробництва вітчизняної продукції, оскільки підприємці вимушені витратити додаткові кошти на придбання та утримання альтернативних, дорожчих в експлуатації енергетичних установок (рідкопаливних генераторів). Аналогічні заходи вживають також власники підприємств роздрібною торгівлі, що у сукупності призводить до здорожчання споживчих товарів, і як наслідок зростання інфляції.

Станом на травень 2024 року, вартість робіт по відновленню енергетичної системи України оцінюється приблизно у 50 млрд дол. США [1]. Проте, залучення такої кількості коштів у вигляді приватних інвестицій виглядає малоімовірним з огляду на: по-перше, ризики пов'язані із бойовими діями, по-друге, застарілість інфраструктури та технологій виробництва електроенергії. На відміну від процесів модернізації енергетики, на перший чинник не можна вплинути за допомогою господарської політики, а отже у компетенції економічної науки залишається лише питання стимулювання розвитку інновацій у сфері енергетики. За умови успішної реалізації цієї задачі, економічні вигоди від експлуатації високотехнологічних підприємств можуть переважити ризики пов'язані із бойовими діями, а отже нівелюватиметься значення цього чиннику.

У сучасній термінології високотехнологічні підприємства, які системно використовують цифрові технології у свої діяльності, дістали назву «смарт-підприємства». У контексті енергетики, це проявляється у широкому застосуванні цифрових технологій для цілей оптимізації процесів енергогенерації, дистрибуції та споживання електроенергії. Застосування такого підходу дає змогу мінімізувати виробничі та операційні витрати, що позитивно впливає на інвестиційну

привабливість проєктів будівництва та розвитку смарт-підприємств. Разом із цим, цифровізація виробничих процесів створює потенціал для застосування цифрових інструментів стимулювання розвитку такого виду діяльності.

Питання відновлення та розвитку енергетики в умовах воєнного стану стали предметом дослідження багатьох вітчизняних науковців, зокрема, таких як: Є. Базєєв (2023), Б. Басока (2023), Завербний (2023), Р. Зварич (2023), О. Кириленко (2023), М. Кузьміна (2024), Ю. Снежкін (2023), В. Чорній (2022) та інші. Попри вагомий внесок зазначених авторів у вирішення проблем української енергетики, недостатньо дослідженим залишається питання створення високо-ефективних енергетичних систем та стимулювання їхнього розвитку. Зокрема, замало уваги приділено потенціалу цифрових технологій, які можуть використовуватись як для підвищення ефективності виробничих та дистрибутивних процесів в енергетиці, так і для активізації процесів залучення інвестицій у цей сектор.

Вищезазначене, обумовлює мету статті, якою є розробка концепції використання цифрових технологій для цілей стимулювання розвитку смарт-енергосистем.

### КОНЦЕПЦІЯ СМАРТ-ЕНЕРГОСИСТЕМИ

На сьогодні не існує усталених поглядів на зміст поняття «смарт-енергосистема». Як правило, дослідники та організації використовують його для позначення окремих концепцій застосування цифрових технологій в енергетиці. Умовно ці концепції можна розділити на два види: ті, які орієнтовано на процеси виробництва електроенергії та ті, які описують механізми застосування цифрових технологій в сфері дистрибуції та споживання енергії. Проте, враховуючи широкий контекст поняття «енергосистема», логічно було б розглядати смарт-енергосистему через призму обох зазначених концепцій. Тобто визначити її, як сукупність заходів із цифровізації процесів виробництва,



дистрибуції та споживання електроенергії, спрямованих на підвищення загальної ефективності енергетичної системи.

Виходячи із ключових напрямків підвищення ефективності роботи енергетичної системи, можна виділити окремі структурні елементи цифровізації і представити їх у вигляді дискретних доктрин. Так, сукупність технологічних заходів спрямованих на підвищення ефективності виробництва електроенергії можна представити у вигляді доктрини «смарт-енергогенерація». Доктрина ґрунтується на засадах закону спадної віддачі, за яким працює устаткування задіяне у виробництві електроенергії. Відповідно до цього закону, зі збільшенням навантаження (вектор руху від нуля до максимуму) кількість спожитого палива на одиницю виробленої електроенергії зменшується, після чого починає знову зростати. Рівень навантаження, за якого устаткування споживає найменшу кількість палива на одиницю енергії, є оптимальним. Доктрина смарт-енергогенерації має сприяти наближенню рівня навантаження устаткування до оптимального значення.

Досягнення поставленої задачі має забезпечуватись за рахунок впровадження цифрової системи аналізу даних, роботу якої буде спрямовано на виявлення трендів у роботі енергогенеруючих установок та розрахунку на їх основі – оптимального рівня навантаження. Іншими словами, датчики зчитуватимуть інформацію щодо обсягу витрат палива на одиницю виробленої електроенергії при різному рівні навантаження на устаткування, після чого система складатиме виробничу функцію характерну для цього устаткування та визначатиме точку оптимальності.

Відповідно до доктрини смарт-енергогенерації, запити на виробництво електроенергії кожною окремою електростанцією формуватимуться таким чином, аби комбінація розподілення навантаження відповідала мінімальному середньому показнику витрат палива на одиницю виробленої електроенергії для системи в цілому (сукупності електростанцій). За таких умов, рівень навантаження кожної окремої електростанції буде певною мірою наближено до рівня оптимальності. Ступінь цього наближення залежатиме від конфігурації зисків/втрат на основі якої формуватиметься комбінація розподілення навантаження.

Враховуючи той факт, що вартість виробництва електроенергії в першу чергу визначається типом електростанції (АЕС, ТЕС, ГЕС тощо), доцільно в масштабах сектору енергетики пріоритизувати навантаження таким чином, щоб найбільшу частку в структурі виробництва складала дешева генерація. Досягненню цієї мети сприятиме реалізація доктрини смарт-синхронізації, що передбачає аналіз даних щодо потреб енергетичної системи та виробничих спроможностей секторів енергетики, за результатами якого здійснюватиметься розподілення навантаження між секторами.

Потенціал застосування доктрин смарт-енергогенерації та смарт-синхронізації залежить від пропускної здатності ліній електропередач. Може скластись так, що інтелектуальна система визначить за доцільне сконцентрувати більшу частку навантаження на електростанціях розташованих у віддалених регіонах, а отже має бути можливість передати вироблену на них електроенергію в усі куточки країни. Посприяття цьому може реалізація доктрини смарт-дистрибуції,

що передбачає використання інтелектуальних систем із метою оптимізації роботи розподільчих мереж. Відповідно до цієї доктрини, система вишукуватиме найкоротші та найоптимальніші шляхи доставки електроенергії до споживачів та, з урахуванням загальної кон'юнктури енергетичних потоків розподілятиме навантаження на лінії електропередач.

На ефективність застосування вищеперелічених доктрин чинить вплив фактор загальних потреб системи в електроенергії. За невеликих потреб можна: наблизити режим роботи окремих енергогенеруючих установок до максимально ефективного рівня (залишивши в роботі лише декілька з них); сконцентрувати більші обсяги навантаження на електростанціях, що виробляють дешеву електроенергію; безперешкодно передавати значні обсяги енергії на великі відстані. Інструментом зниження потреб системи в електроенергії може слугувати доктрина смарт-споживання, яка передбачає реалізацію комплексу заходів із цифровізації енергетичних об'єктів промислових підприємств та домогосподарств, що створює умови для економного споживання електроенергії.

Виходячи з того, що енергетична система забезпечує виробництво, дистрибуцію та споживання електроенергії, вищенаведені доктрини потрапляють у сферу її діяльності. З огляду на це, смарт-енергосистему доцільно представити як сукупність доктрин (смарт-енергогенерації, смарт-синхронізації, смарт-дистрибуції, смарт-споживання) в рамках єдиної структури задач (рис. 1).

## ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

В умовах ринкової економіки, квінтесенцією розвитку смарт-енергосистем (як і будь-якого іншого сектору промисловості, сфери послуг тощо) є приватні інвестиції. Формально, держава також має право фінансувати подібні проекти, однак існуючі інституціональні рамки суттєво обмежують її можливості у цьому питанні. Задля того, аби імплементувати рішення про державні інвестиції слід, по-перше, мати необхідний надлишок коштів в державному бюджеті, по-друге, обґрунтувати позицію щодо стратегічної важливості сектору до якого залучаються державні інвестиції, по-третє, досягнути політичної згоди щодо інвестиційного проекту, по-четверте, захистити інтереси сторін, які зазнають втрат від такої інвестиції (наприклад вітчизняних підприємств, що постачають паливо для енергетики). Побічним наслідком реалізації вищеперелічених процедурних та регуляторних аспектів державної політики є адміністративні витрати, які у комплексі з основними інвестиціями складають сукупні витрати проекту. Рентабельність таких витрати апріорі є нижчою за рентабельність приватних інвестицій, через що недоцільно розглядати перші як перспективне джерело фінансування розвитку смарт-енергосистем.

Економічна теорія визначає фактори, що впливають на інвестиційну привабливість проектів. Однак використання існуючих положень у буквальному сенсі як рамкової бази для інструментів стимулювання розвитку смарт-енергосистем є недоцільним, оскільки, по-перше, до цього часу не було сформовано єдиної системи поглядів на фактори, що впливають на інвестиційну привабливість проектів, по-друге, положення теорії певною мірою суперечать практичному досвіду.

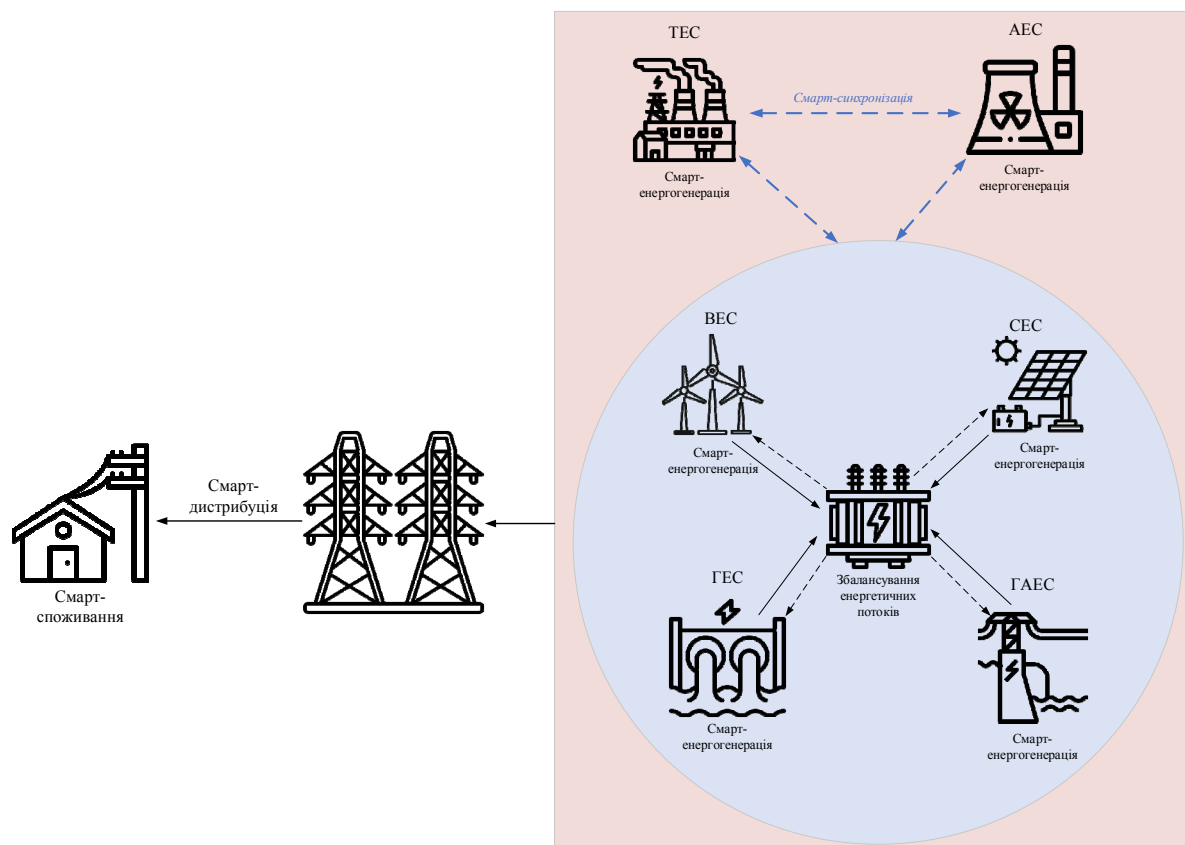


Рис. 1. Концепція смарт-енергосистеми

Так, класична економічна теорія наголошує на тому, що інвестиції залучаються в сектори, де прибуток на капітал є найвищим (секторальний погляд). Проте, як показує практика, в рамках єдиного сектору прибуток на капітал може бути різним, оскільки він значною мірою залежить від мікроекономічних факторів (відстані до джерела ресурсів, локальної кон'юнктури на ринку праці, кваліфікації працівників тощо). Урівноваження цих факторів (створення рівних умов) додасть об'єктивності положенням класичної теорії. Частково посприяти урівноваженню може зниження асиметрії інформації в середині системи.

Проблема диференціації мікроекономічних факторів була врахована в рамках неокласичної теорії, де зроблено акцент на фінансових аспектах проєктів. Відповідно до положень теорії, інвестиційні проєкти реалізуються за умови, коли очікуваний дисконтований прибуток перевищує очікувані витрати. Слабкою стороною цього положення є його орієнтація на майбутнє, адже впродовж періоду дії проєкту може змінюватись ставка дисконтування, ринкова ціна на продукцію, виробничі витрати тощо, а отже попередні розрахунки щодо ефективності проєкту можуть виявитись недійсними. Аналогічний висновок є актуальним також у відношенні Кейнсіанської теорії, яка наголошує, що інвестиції залучаються із розрахунку граничної ефективності капіталу. Цей показник також не є константою, і може змінюватись в залежності від кон'юнктури виробничих та фінансових чинників. А оскільки капітальні інвестиції не є високоліквідними (окрім інвестицій у фінансовому секторі) зникає можливість швидкого вилучення коштів при зниженні граничної ефективності капіталу. Із вищевказаного випливає, що очікуваний дисконтований прибуток та

гранична ефективність капіталу не є безумовними чинниками на основі яких приймаються інвестиційні рішення, оскільки інвестори усвідомлюють високу вірогідність їх зміни у майбутньому. Вони слугують лише окремими критеріями для приблизної оцінки інвестиційної привабливості проєктів. Разом з ними має значення реакція «системи» на інвестиційну діяльність. Наприклад, у відповідь на реалізацію проєкту в області смарт-енергогенерації, традиційні виробники електроенергії можуть демпінгувати ціни, і тим самим знизити рентабельність інвестицій. Або виробники палива можуть саботувати поставки, побоюючись, що розвиток підприємств смарт-енергогенерації зумовлюватиме зниження попиту на їх продукцію. Відтак, в умовах неочевидності реакції «системи» інвестори ап'рїорі не можуть прийняти абсолютно раціональне рішення, а отже діють під впливом обмеженого досвіду, традицій, або просто ризикують.

Обмежена раціональність економічних агентів є ключовим постулатом австрійської, інституціональної та поведінкової теорій. Перша наголошує, що обмежена раціональність походить від фізичної неспроможності агентів збирати, засвоювати та аналізувати у повному обсязі інформацію, що циркулює на ринку. Друга вбачає в обмеженій раціональності наслідок впливу неформальних інститутів. Тоді як поведінкова теорія, виводить обмежену раціональність від емоційних станів людини. У контексті непередбачуваності реакції «системи», всі вищевказані позиції мають сенс. Інвестор не може передбачити поведінку інших економічних агентів частково через нестачу інформації про ринкові сили, які ними керують. На додачу, неформальні інститути створюють для економічних агентів альтернативні варіанти поведінки. Разом із

цим, емоційне сприйняття оточуючих викривлює уявлення про них. Все це, є наслідком асиметрії інформації в середині економічної системи. У контексті постулату австрійської економічної теорії, фактор асиметрії інформації є очевидним. Що стосується позиції інституціональної теорії, асиметрія інформації у цьому випадку проявляється у відсутності впевненості економічних агентів в тому, що їх конкуренти в подальшому діятимуть в рамках формальної інституціональної системи (вони можуть користуватись широким спектром непередбачуваних неформальних правил). Щодо контексту поведінкової теорії, асиметрія інформації може зумовлювати необґрунтовані емоційні стани (наприклад в наслідок хибної оцінки мотивів та наслідків оцінки поведінки конкурентів). Із вищенаведеного випливає, що в наслідок зниження асиметрії інформації зростатиме раціональність вибору інвестиційних проєктів, які забезпечуватимуть інвесторам високий прибуток.

Шумпетеріанська економічна теорія визначає інноваційність як ключовий фактор інвестиційної привабливості проєктів, наголошуючи на тому, що такі проєкти приносять надприбутки інвесторам, а отже є ефективнішими за решту. Однак, на практиці передбачити прибутковість інвестицій дуже складно, ос-

кільки на неї впливає ряд ринкових чинників. Наприклад, якщо позитивний ефект від інновацій є очевидним, більшість інвесторів вкладатимуть кошти саме в цей проєкт, що знівелює його прибутковість. В зворотньому випадку, коли прибутковість проєкту є сумнівною, інвестиції стають ризиковими, а отже малопривабливими. Як показує досвід, найбільші прибутки інвесторам приносять саме ризикові проєкти з розвитку інновацій, які з рештою виявляються успішними. Усвідомлення цієї закономірності спонукало суспільство до створення венчурних фондів.

Фактор непередбачуваності віддачі інвестицій у сфері інновацій, обумовлює доцільність створення умов для об'єктивізації очікувань інвесторів. Іншими словами, має бути створено середовище, в рамках якого підприємці з більшою точністю передбачатимуть наслідки своєї інвестиційної діяльності. Досягти цього можна шляхом удосконалення системи комунікації, спрямованої на широке залучення економічних акторів до системи. Це також позитивно вплине за здатності акторів оцінювати інститути, які регулюють інвестиційну діяльність, що є важливим аспектом із точки зору неінституціональної теорії (див. таблицю).

Таблиця

**Аналіз постулатів гетерогенних економічних теорій, що визначають принципи інвестиційної діяльності**

Позиція	Теоретична теза	Практична антитеза	Синтез
Класичної теорії	Інвестиції залучаються у сектори, де прибуток на капітал є найвищим	В рамках єдиного сектору, прибуток на капітал може бути різним, що залежить від мікро-економічних факторів	Масове залучення інвестицій в окремі сектори, може мати місце лише у випадку, коли мікроекономічні умови для всіх підприємств є більш-менш однаковими
Неокласичної теорії	Інвестиційні проєкти здійснюються, у випадку, коли очікується, що дисконтований прибуток перевищуватиме витрати	Дисконтований прибуток та граничну ефективність капіталу важко спрогнозувати, оскільки у період дії проєкту може змінюватись ставка дисконтування, ринкова ціна на продукцію, витрати на виробництво тощо	Очікуваний дисконтований прибуток та гранична ефективність капіталу, не є безумовними факторами на основі яких приймаються інвестиційні рішення. Вони слугують лише окремими критеріями для приблизної оцінки інвестиційної привабливості проєктів
Кейнсіанської теорії	Інвестиції залучаються із розрахунку граничної ефективності капіталу		
Австрійської теорії	Інвестор є обмежено раціональним, оскільки на його поведінку впливають внутрішні моральні переконання, існуючі соціальні норми та правила тощо	Обмежена раціональність інвестора не є константою. Її можна підвищити шляхом зниження асиметрії інформації в рамках системи, де задіяні економічні агенти	Внаслідок зниження асиметрії інформації зростатиме раціональність вибору інвестиційних проєктів, які забезпечуватимуть інвесторам високий прибуток
Інституціональної теорії			
Поведінкової теорії			
Шумпетеріанської теорії	Критерієм інвестиційної привабливості проєктів є їхня інноваційність	Інноваційність проєктів лише в деяких випадках підвищує інвестиційну привабливість. Як правило це відбувається, коли принцип дії інновацій та наслідки їх застосування, є очевидними для інвестора. У решті випадків, інноваційні проєкти є занадто ризикованими, а отже мають низький рівень інвестиційної привабливості	Із метою залучення інвестицій в інноваційні проєкти, слід підвищити передбачуваність наслідків інвестиційної діяльності
Неінституціональної теорії	Залученню інвестицій сприяють низькі трансакційні витрати проєкту, низькі витрати контракти, захищеність прав власності	Інвестор на етапі прийняття рішення, не має точних уявлень про розмір трансакційних витрат та витрат контракти, які є характерними для інвестиційного проєкту	Задля залучення інвестицій, необхідно спростити комунікацію між зацікавленими суб'єктами, що сприятиме об'єктивній оцінці інститутів, які обумовлюють витрати

З позиції неоінституціональної теорії, залученню інвестицій сприяють низькі трансакційні витрати проекту, низькі витрати контрактації та захищеність прав власності. Однак, на етапі попереднього розгляду проекту, інвестор як правило не здатен точно оцінити ці фактори, а отже приймає рішення виходячи з наявної обмеженої інформації. Удосконалення системи комунікації у цьому випадку дасть змогу потенційному інвесторові дізнатись від широкого загалу інформацію щодо: трансакційних витрат пов'язаних із процедурою реєстрації бізнесу, сплати податку, подання звітності тощо; витрат контрактації, що походять від спроможності інститутів забезпечити виконання умов контракту; захисту прав власності.

Отже, за результатами аналізу постулатів гетерогенних економічних теорій щодо інвестиційної діяльності та протиставлення їм аргументів, що ґрунтуються на практичному досвіді, визначено детермінанти, які забезпечать дієвість постулатів теорій. Так, зниження асиметрії інформації в середині економічної системи сприятиме урівноваженню мікроекономічних факторів, внаслідок чого зменшуватиметься розбіжність прибутку різних підприємств в рамках єдиного сектору (детермінанта, що забезпечить дієвість постулату класичної теорії). У свою чергу, збір та аналіз в рамках цифрової платформи великих масивів даних щодо зміни показників, які визначають дисконтований прибуток та граничну ефективність капіталу дасть змогу виявити тренди, на основі яких у підсумку прийматиметься обґрунтоване рішення щодо участі в інвестиційному проекті (детермінанта, що забезпечить дієвість постулатів неокласичної та кейнсіанської теорії). Зниження асиметрії інформації також сприятиме посиленню раціональності у питанні вибору інвестиційних проектів, яка від початку є обмеженою з огляду на: нездатність акторів охопити та проаналізувати всі фактори, що впливають на ринок; вплив неформальних інститутів на поведінку конкурентів; емоційне сприйняття ситуації (детермінанта, що забезпечить дієвість постулатів австрійської, інституціональної та поведінкової теорій). Поруч із цим, залучення до комунікації широкого кола економічних агентів створить сприятливі умови для об'єктивної оцінки інвестиційних проектів в сфері інновацій (детермінанта, що забезпечить дієвість постулату шумпетеріанської теорії). Той самий чинник позитивно впливатиме на здатність оцінювання трансакційних витрат проекту, витрат контрактації та ступеню захищеності прав власності (детермінанта, що забезпечить дієвість постулату неоінституціональної теорії).

### ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ СМАРТ-ЕНЕРГОСИСТЕМ

Вищенаведені чинники асиметрії інформації обмежують дієвість стандартних (універсальних, найбільш поширених) інструментів фінансово-економічного стимулювання розвитку бізнесу, таких як податкові пільги, низька облікова ставка, пільгове кредитування тощо, оскільки застосування цих інструментів лише створює сигнал про потенційну прибутковість капіталовкладень, залишаючи при цьому поза увагою ризики, які можуть чекати на інвестора. Наприклад, в умовах, коли існують податкові пільги на певний вид діяльності, інвестор здебільшого не здатен точно передбачити, як ринок відреагує на притік інвестицій до сектору, яку модель поведінки оберуть конкуренти

як технологічні новачки вплинуть на виробництво тощо. Все це стримує інвестиційну діяльність, а отже обмежує ефективність стандартних інструментів фінансово-економічного стимулювання розвитку окремого бізнесу.

Виходячи з того, що квінтесенцією ризиків пов'язаних із нездатністю передбачити наслідки інвестиційної діяльності є нестача інформаційних сигналів, на основі яких підприємець міг би сформувати більш об'єктивне уявлення про майбутню віддачу від інвестицій, доцільно створити умови для збільшення потоку інформації. Сучасні технології дозволяють зробити це за допомогою цифрових платформ, які об'єднують зацікавлених акторів в рамках єдиної комунікаційної мережі. Таким чином, інвестори, які мають інтерес до певної галузі, держава, що зацікавлена в розвитку цієї галузі, та громадськість, можуть обмінюватись в рамках платформи контекстною інформацією, тим самим формуючи об'єктивне бачення економічної ситуації. Передбачається, що плюралізм думок та залучення великої кількості осіб до комунікації, запобігатиме поширенню недостовірної (викривленої) інформації. Відтак зростатиме об'єктивність прогнозів підприємців щодо ефективності їх інвестицій.

Технології смарт-промисловості, зокрема у сфері виробництва, споживання та дистрибуції електроенергії створюють додаткові можливості для поширення більшого обсягу корисної інформації, яка може бути проаналізована (алгоритмами та/або індивідуально) в рамках цифрових платформ. Оскільки виробниче устаткування смарт-підприємств оснащено великою кількістю датчиків, що аналізують показники ефективності виробничих процесів, ця інформація у режимі реального часу може потрапляти на сервер цифрової платформи, де користувачі за її допомогою зможуть оцінити поточний стан справ на підприємстві. Разом із цим, на основі ретроспективних даних, алгоритми платформи можуть скласти трендові показники виробничих процесів (наприклад, залежності обсягу виробництва електроенергії від кількості спожитого палива), що дасть змогу більш об'єктивно оцінити потенціал підприємства. Ті самі можливості є актуальними для процесів дистрибуції та споживання електроенергії, а саме користувачі цифрової платформи зможуть визначити ступінь завантаженості та пропускну здатність ліній електропередач або побачити рівень споживання електроенергії в окремому районі міста.

Потенційні інвестори, які отримуватимуть в рамках цифрової платформи швидкий і безвитратний доступ до широкого спектру інформації щодо виробничих процесів, змін попиту та пропозиції на продукцію, поведінки економічних агентів (наприклад у вигляді інформації щодо купівлі/продажу акцій, або обсягу збутої продукції) тощо, матимуть більшу впевненість відносно майбутнього прибутку від інвестицій, ніж вони мають тепер в умовах аналогової комунікації, коли процес збору, обробки та аналізу інформації, супроводжується витратами коштів та часу. Ці витрати дестимулюють зусилля по пошуку інформації, і як наслідок, інвестор отримує недостатньо матеріалу щоб сформулювати більш-менш об'єктивну думку про прибутки від інвестицій.

Суттєвим чинником, який викривлює результати оцінювання ефективності інвестиційних проектів є те, що витрати пошуку, обробки та аналізу інформації

(транзакційні витрати), не беруться до уваги при використанні стандартних методів оцінювання, таких як NPV (чиста поточна вартість) та IRR (внутрішня норма прибутку). При цьому, ці витрати суттєво впливають на ефективність проєктів (оскільки додаються до основних витрат – інвестицій), із чого випливає, що використання стандартного інструментарію оцінювання, ще більше посилює дивергенцію між очікуваними та реальними результатами. Використання цифрової платформи у цьому випадку дасть змогу суттєво зменшити витрати пошуку, обробки та аналізу інформації, і тим самим зробити більш об'єктивними результати оцінювання ефективності інвестиційних проєктів.

Застосування цифрових платформ для цілей збору, обробки та аналізу інформації щодо діяльності смарт-підприємств суттєво збільшує потенціал таких платформ. Їх функціонал, у порівнянні з платформами, що можуть застосовуватись для аналогічних цілей але у відношенні звичайних підприємств є значно ширшим, оскільки технології смарт-виробництва передбачають широке використання цифрових систем, які можуть бути синхронізовані з платформою. За рахунок цього, поруч зі стандартним функціоналом, як-то комунікація та здійснення контекстних запитів, користувачі отримують можливість у реальному часі спостерігати за процесом виробництва та похідними від нього процесами. Для потенційного інвестора, це означає, що він може формувати свої висновки не лише на основі потоку опосередкованої інформації (висновків експертів, результатів аналізу суперечливої інформації із різних джерел, даних держстату тощо), а й на базі реальних даних. Цей аспект робить цифрові платформи унікальним інструментом ефективного стимулювання розвитку смарт-підприємств, у тому числі смарт-енергосистем.

Проте, у контексті стимулювання залучення інвестицій у розвиток смарт-енергосистем, потенціал цифрових платформ не вичерпується лише чинником об'єктивізації прогнозів щодо майбутнього прибутку від інвестицій. Цифрові платформи також створюють можливості для швидких та безвитратних (з точки зору часу та зусиль) капіталовкладень.

Найчастіше інвестиційна діяльність здійснюється в опосередкований спосіб, коли окрема особа або фірма передає свої кошти підприємцю або організації, яка реалізує на них певні інвестиційні проєкти. Однак цей процес потребує тривалої особистої участі. Інвестор має з'явитись в організації або інвестиційній фірмі, обговорити умови, вивчити та підписати договір тощо. Все це потребує витрат часу, а можливо й фінансових витрат на залучення третіх сторін до цього процесу (наприклад юристів). Ці транзакційні витрати збільшують вартість проєкту, що дестимулює інвестиційну діяльність. Разом із цим, у контексті транзакційних витрат має значення чинник пошуку інформації щодо доступних проєктів. Особа, яка бажає інвестувати кошти із метою отримання прибутку має витратити свій час та ресурси на пошук вигідних проєктів, що також дестимулює інвестиційну діяльність.

Цифрові технології створюють можливість для майже безвитратної (з мінімальними транзакційними витратами) реалізації процесів капіталовкладень та пошуку інвестиційних проєктів. Найбільш ефективними у цьому аспекті є краудінвестингові платформи. Кон-

цепт такої платформи передбачає здійснення капіталовкладень в режимі онлайн. Разом із цим, інвестор отримує змогу спостерігати в режимі реального часу за динамікою зміни показників проєкту, що створює сприятливі умови для прийняття ефективного рішення. Платформи можуть містити в собі багато проєктів, а отже потенційний інвестор може швидко обрати найбільш прийнятні для себе умови капіталовкладення.

До краудінвестингової платформи може бути доданий функціонал, що забезпечить: комунікацію між ключовими зацікавленими акторами (інвесторами, державою та суспільством); передачу інформації щодо кон'юнктури ринків; передачу даних, що характеризують технічні та економічні аспекти діяльності смарт-підприємств. За рахунок цього, досягатиметься дві важливі для стимулювання розвитку смарт-енергосистем мети, по-перше, створюватимуться умови для об'єктивного передбачення наслідків інвестиційної діяльності, по-друге, мінімізуватимуться транзакційні витрати інвестора, що походять від процесів пошуку проєктів та процедури здійснення капіталовкладень. Все це, стимулюватиме притік інвестицій у розвиток та розбудову підприємств, що входять до складу смарт-енергосистеми (рис. 2).

**Висновки.** Комплексна імплементація доктрин смарт-енергогенерації, смарт-синхронізації, смарт-дистрибуції та смарт-споживання в рамках єдиної енергосистеми забезпечить позитивний синергетичний ефект, що проявлятиметься у зниженні питомої вартості виробництва електроенергії. У контексті цієї задачі: смарт-енергогенерація сприятиме зниженню споживання палива; смарт-синхронізації та смарт-дистрибуції створюватимуть умови для використання в рамках системи більшої частки дешевої генерації; смарт-споживання сприятиме зменшенню потреб системи в електроенергії. Ці аспекти мають сприяти підвищенню інвестиційної привабливості проєктів розвитку смарт-енергосистем, що в умовах України може певною мірою компенсувати ризики пов'язані із бойовими діями.

В процесі дослідження теоретичних аспектів інвестиційної діяльності як потенційної бази інструментів розвитку смарт-енергосистем, встановлено обмежену дієвість постулатів економічних теорій щодо принципів залучення інвестицій. Так, постулат класичної теорії, який наголошує, що інвестиції залучаються у сектори, де прибуток на капітал є найвищим, може бути дієвим лише у випадку рівних макроекономічних умов для всіх підприємств сектору. Позиція неокласичної та кейнсіанської теорії щодо дисконтованого прибутку та граничної ефективності капіталу як ключових чинників, що визначають інвестиційну привабливість проєктів матиме сенс лише за умови точного передбачення динаміки зміни цих чинників у довгостроковій перспективі. Щодо постулатів австрійської, інституціональної та поведінкової теорій, які виводять результати інвестиційних рішень від обмеженої раціональності інвесторів, вони є актуальними, однак не статичними. Якщо потенційним інвесторам надати доступ до інформації щодо кон'юнктури ринку, дій конкурентів, ефективності інститутів вони діятимуть раціональніше. У свою чергу, постулат шумпетеріанської теорії щодо прямого зв'язку між інновацій-



ністю проєкту та його інвестиційною привабливістю матиме сенс лише в умовах передбачуваності наслідків реалізації інновацій. І насамкінець, позицію послідовників неонституціональної теорії щодо впливу трансакційних витрат, витрат контрактації та захищеності прав власності на інвестиційну привабливість проєктів, можна вважати об'єктивною лише за умови обізнаності інвесторів щодо цих чинників. Виходячи з того, що вищеперелічені умови дієвості постулатів економічних теорій залежать від ступеня доступу потенційних інвесторів до відповідної інформації, визначено за доцільне реалізувати заходи, які сприятимуть збільшенню інформаційних потоків в системі комунікації.

Обґрунтовано, що використання цифрових платформ для цілей розширення комунікації між сторонами зацікавленими у розвитку смарт-енергосистем (державою, бізнесом та суспільством) сприятиме збільшенню інформаційних потоків, а отже підприємці матимуть більше впевненості щодо економічних наслідків своєї інвестиційної діяльності. Посиленню цієї впевненості сприятимуть технологічні аспекти смарт-енергосистем, які відкривають можливості для синхронізації із цифровою платформою цифрових даних, що характеризують діяльність смарт-підприємств. Разом із цим, потенціал цифрових платформ дозволяє здійснювати капіталовкладення у режимі онлайн, що суттєво знижує трансакційні витрати інвестиційної діяльності. З огляду на вищезазначене очікується, що інвестор надаватиме перевагу проєктам розвитку смарт-енергосистем, оскільки він, по-перше, зможе більш точно передбачити вигоди від реалізації таких проєктів (за низької асиметрії інформації на ринку, інноваційні проєкти є більш вигідними), по-друге, матиме можливість здійснювати капіталовкладення без зайвих витрат часу та ресурсу (використовуючи краудінвестиційні функції цифрової платформи).

#### Список використаних джерел

1. Піддубний І., Горюнов Д. Оцінка прямих збитків та непрямих втрат енергетичного сектору України внаслідок повномасштабного вторгнення росії. Київ: Київська школа економіки, 2024. URL: [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE\\_Vpliv-vii--ni-na-energetiku-UA-1.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE_Vpliv-vii--ni-na-energetiku-UA-1.pdf).
2. Завербний А. С., Кісь М. Я., Білоус Ю. Б. Проблеми і перспективи залучення зовнішніх інвестицій у проєкти відновлювальної енергетики України у воєнний та післявоєнний періоди. *Економіка та суспільство*. 2023. № 50. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-10>.
3. Зварич Р., Масна О. Зелений енергетичний перехід в концепції післявоєнної відбудови України. *Вісник економіки*. 2023. № 3. С. 170-181. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.03.170>.
4. Кузьміна М. М. Розвиток відновлювальної енергетики в Україні в умовах воєнного стану. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2024. № 3. С. 606-

608. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-3/146>.

5. Кириленко О. В., Снежкін Ю. Ф., Басок Б. І., Базеев Є. Т. Енергетика, наука та інженерія: сучасний стан і виклики розвитку. *Вісник НАН України*. 2023. № 4. С. 4-20. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2023.04.003>.

6. Чорній В. Вплив війни на енергетичну систему України. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 2, Т. 2. С. 197-202. DOI: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-304-2\(2\)-31](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-304-2(2)-31).

#### References

1. Piddubnyi, I., Horiunov, D. (2024). Otsinka priamykh zbytkiv ta nepriamykh vtrat enerhetychnoho sektoru Ukrainy vnaslidok povnomasshtabnoho vtorhnennia rosii. Kyiv: Kyivska shkola ekonomiky [Assessment of damages and losses to Ukraine's energy sector due to russia's full-scale invasion]. Kyiv, Kyiv School of Economics. Retrieved from [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE\\_Vpliv-vii--ni-na-energetiku-UA-1.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE_Vpliv-vii--ni-na-energetiku-UA-1.pdf) [in Ukrainian].
2. Zaverbnyi, A., Kis, M., & Bilous, Y. (2023). Problemy i perspektyvy zaluchennia zovnishnikh investytsii u proekty vidnovliuvalnoi enerhetyky Ukrainy u voiennyi ta pislivoiennyi periody [Problems and prospects for attracting foreign investment in renewable energy projects in Ukraine during the war and post-war periods]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, 51. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-10> [in Ukrainian].
3. Zvorych, R., Masna, O. (2023). Zelenyi enerhetychnyi perekhid v kontseptsii pislivoiennoi vidbudovy Ukrainy. [Green Energy Transition in the Concept of Post-War Reconstruction of Ukraine]. *Visnyk ekonomiky – Herald of Economics*, 3, pp. 170-81. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.03.170> [in Ukrainian].
4. Kuzmina, M. M. (2024). Rozvytok vidnovliuvalnoi enerhetyky v Ukraini v umovakh voiennoho stanu [Development of renewable energy in Ukraine under the conditions of marital state]. *Yurydychnyi naukovyi elektronnyi zhurnal – Juridical scientific and electronic journal*, 3, pp. 606-608. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-3/146> [in Ukrainian].
5. Kyrylenko, O. V., Sniezkin, Yu. F., Basok, B. I., Bazieiev, Ye. T. (2023). Enerhetyka, nauka ta inzheneriia: suchasnyi stan i vyklyky rozvytku [Energy, science and engineering: current state and development challenges]. *Visnyk NAN Ukrainy – Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 4, pp. 3-20. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2023.04.003> [in Ukrainian].
6. Chornii, V. (2022). Vplyv viiny na enerhetychnu systemu Ukrainy [Impact of the war on the energy system of Ukraine]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Herald of Khmelnytskyi National University*, Issue 2, Part 2, pp. 197-202. DOI: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-304-2\(2\)-31](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-304-2(2)-31) [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.05.2024

#### Формат цитування:

Залознова Ю. С., Сердюк О. С. Стимулювання розвитку смарт-енергосистем. *Вісник економічної науки України*. 2024. № 1 (46). С. 16-23. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.1\(46\).16-23](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.1(46).16-23)

Zaloznova, Yu. S., Serdiuk, O. S. (2024). Stimulation of Smart Energy Systems Development. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 1 (46), pp. 16-23. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.1\(46\).16-23](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.1(46).16-23)