

*А. В. Рибчук,
д. е. н., професор, професор кафедри математики та економіки,
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0377-7881>
С. Ю. Следзь,
аспірант кафедри математики та економіки,
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-1712-7028>*

DOI: 10.32702/2306-6814.2023.19.55

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ ІННОВАЦІЙНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОНОМІКИ

A. Rybchuk,
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Mathematics and Economics, Ivan Franko State Pedagogical University of Drohobyt'sk
S. Sledz,
Postgraduate student of the Department of Mathematics and Economics,
Ivan Franko State Pedagogical University of Drohobyt'sk

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE SYSTEM OF INNOVATIVE TOOLS OF THE
ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM OF INCREASE
IN ENERGY EFFICIENCY OF THE ECONOMY

У статті досліджується використання цифрових технологій у системі організаційно-економічних інструментів механізму енергоефективності національної економіки. Зазначено, що перехід до шостого технологічного устрою готує нові виклики для виробників та споживачів енергоресурсів, і ще більше загострить умови підвищення енергоефективності. Виявлено, що функціонування організаційно-економічного механізму зростання енергоефективності залежить від подальшого удосконалення системи державного управління енергетичним сектором через позиціонування цифрових технологій. Представлено Топ-5 цифрових технологій, що трансформують енергетику та виступають інноваційними інструментами організаційно-економічного механізму підвищення енергоефективності економіки. По-перше, штучний інтелект проводить революційні перетворення в енергетичному секторі, забезпечуючи прогнозне обслуговування, оптимізацію енергоспоживання та стратегічну аналітику. По-друге, блокчейн-це технологія, яка використовується для управління ланцюгом постачання та торгівлі енергією, створюючи прозору та безпечну систему для відстеження енергетичних транзакцій. По-третє, Інтернет речей (IoT) передбачає використання підключених пристроїв для надання компаніям даних у реальному часі для оптимізації операцій і підвищення енергоефективності. По-четверте, ви-

користовуючи хмарні обчислення, котрі енергетичні компанії можуть оптимізувати управління даними. По-п'яте, 5G сприяє підвищенню ефективності, безпеки та стабільності енергетичної інфраструктури, забезпечуючи дистанційний моніторинг і контроль. Доведено, що використовуючи цифрові технології, енергетичні компанії можуть оптимізувати виробництво та розподіл енергії, покращити управління ланцюгом постачання, забезпечити енергетичну незалежність держави.

The article examines the use of digital technologies in the system of organizational and economic tools of the energy efficiency mechanism of the national economy. It is noted that the transition to the sixth technological system prepares new challenges for producers and consumers of energy resources, and will further exacerbate the conditions for improving energy efficiency. It was revealed that the functioning of the organizational and economic mechanism of energy efficiency growth depends on the further improvement of the system of state management of the energy sector through the positioning of digital technologies. It is shown that the use of digital technologies blurs the line between traditional suppliers and consumers of energy resources and creates opportunities for consumers to directly participate in the operation of the energy system, balancing demand and supply. It is emphasized that modern digital technologies affect the efficiency of resource allocation, change the structure of energy consumption and increase the efficiency of its use. The Top 5 digital technologies that transform the energy industry and act as innovative tools of the organizational and economic mechanism for increasing the energy efficiency of national economies are presented. First, artificial intelligence is revolutionizing the energy sector, providing predictive maintenance, optimization of energy consumption, and strategic analytics. Second, blockchain is a secure, decentralized, and transparent technology used to manage the energy supply chain and trade, creating a transparent and secure system for tracking energy transactions. Third, the Internet of Things (IoT) involves the use of connected devices to provide companies with real-time data to optimize operations and improve efficiency. Fourth, using cloud computing, energy companies can optimize data management. Fifth, 5G can help improve the efficiency, security, and sustainability of energy infrastructure by providing remote monitoring and control. It has been proven that using digital technologies, energy companies can optimize energy production and distribution, improve supply chain management, and ensure energy independence of the state.

Ключові слова: цифрові технології, організаційно-економічний механізму, енергоефективність національної економіки, штучний інтелект, блокчейн, Інтернет речей, 5G технології.

Key words: digital technologies, organizational and economic mechanism, energy efficiency of the national economy, artificial intelligence, blockchain, Internet of Things, 5G technologies.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В умовах переходу світової економіки до шостого технологічного укладу енергоефективність набуває особливої значущості та стає критичною характеристикою в ланцюжку створення вартості цілого ряду високотехнологічних галузей. Багато в чому це залежить від того, що значення чинника енергоефективності продовжує зростати і стає основним параметром, на якому акцентується увага. Уже тепер багато технічних характеристик окремих видів товарів не здатні істотно вплинути на їх конкурентоспроможність у разі, якщо загальний рівень їхньої енергоефективності не відповідає сучасним стандартам. Цифрові інструменти стають все більш важливими для формування дієвої політики енергоефективності. Використовуючи сучасні технології, уряди країн можуть створювати на основі даних уявлен-

ня про споживання енергії та визначати напрямки її раціонального використання, автоматизувати процеси та зменшити витрати ручної праці, пов'язані з відстеженням заходів ефективності. Окрім того, цифрові рішення дозволяють зацікавленим сторонам співпрацювати в режимі реального часу над ініціативами, які допоможуть досягти екологічних цілей, одночасно збільшуючи економію коштів як для компаній, так і для споживачів. Зрештою, цифрові технології мають потенціал революціонізувати підхід до політики енергоефективності в усіх секторах економіки.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вивченням ролі структурних елементів механізму енергозбереження та підвищення енергоефективності

на міжнародному та національному рівнях займаються відомі зарубіжні фахівці, підтвердженням чого слугують їхні наукові праці А. Ахмета [13], А. Аларга [13], А. Альшаріфа [13], С. Бонгерса [11], Х. Вана [15], Дж. Вантєненена [16], З. Ван Вельдохвена [16], К. Віддікас [14], І. Імба [13], Б. Гупта [15], Вей Лі [17], Дж. Морлі [14], А. Плагераса [15], К. Псанніса [15], К. Стергіу [15], М. Хазаса [14], М. Халіла [13], З. Юсупова [13].

Вагомий внесок у дослідження проблем впливу цифрових технологій на функціонування організаційно-економічного механізму підвищення енергоефективності національної економіки зробили такі українські науковці як, В. Брич [2], І. Губарєва [1], В. Джеджула [2], Ю. Дзядикевич [2], Д. Ільницький [3], А. Іскаков [4], О. Климчук [6], І. Кобушко [4], С. Козловський [6], Р. Лавров [6], Я. Леонов [10], І. Лозинська [7], М. Мельницький [3], У. Палійчук [3], Р. Псюк [3], Т. Салашенко [1], Д. Скрипник [7], О. Скрипник [7], О. Ярова [10] та інші. Оскільки цифрові технології є одним із інноваційних інструментів підвищення енергоефективності національної економіки, існує потреба визначення стійкої залежності між енергоспоживанням та впровадження нових енергоефективних технологій,

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У більшості публікацій зарубіжних та українських дослідників аналізуються можливі сценарії масштабного впровадження тих чи інших енергоефективних технологій в країні, залежно від специфіки об'єкта аналізу на різних рівнях управління економікою. Складність дослідження напрямків зростання енергоефективності зумовлено відсутністю повного узгодження між структурними елементами організаційно-економічного механізму, щодо інтегруючої функції цифрових технологій у скороченні витрат при виробництві та доставці електроенергії до споживача.

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є дослідження ролі цифрових технологій як інструментів реалізації функцій організаційно-економічного механізму підвищення енергоефективності національної економіки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Перехід до шостого технологічного устрою, який, за прогнозами фахівців, готує нові виклики як для виробників, так і для споживачів енергоресурсів, можливо ще більше загострить умов функціонування механізму підвищення енергоефективності. Новий технологічний устрій, як очікується, приведе до масового використання суспільством перспективних технологій, що спричинить, мабуть, загалом зростання енергоспоживання. За різними прогнозами, до 2050 року енергоспоживання у містах збільшиться більше ніж утричі [10, с. 120], тому в умовах становлення нового технологічного укладу, з його орієнтацією на задоволення зростаючих запитів споживачів, виробникам енергоресурсів для забезпечення прибутковості та підвищення своєї конкурентоспроможності необхідно спрямувати особливі зусилля на покращення експлуатаційних характеристик продукції, включаючи підвищення енергоефективності не тільки при виробництві продукції, але й у процесі її експлуатації у відповідь на зростаючі потре-

би клієнтів. І в цьому плані позитивні результати можуть бути досягнуті при використанні різноманітних інструментів механізму енергоефективності [3, с. 54].

Важливість їх розгляду пояснюється тим, що ігнорування організаційних питань може стати причиною, що перешкоджає досягненню мети функціонування всього механізму управління енергоефективністю. Серед них найбільш важливе значення має приділятися, по-перше, гармонізації законодавства у сферах підвищення енергоефективності та інноваційного розвитку, і, по-друге, інформаційній підтримці інтеграції аналізованих процесів впровадження та комерціалізації енергоефективних інновацій [9]. На сьогодні існують проблеми адаптації нормативно-правової бази у сфері регулювання інноваційної діяльності до умов розвитку вітчизняної економіки, що швидко змінюються, при її переході до нового технологічного укладу. Водночас, відсутнє системне бачення механізму нормативно-правового забезпечення реалізації стратегії інноваційного розвитку країни на різних рівнях управління вітчизняною економікою [5]. Також у вітчизняному правовому полі все ще не вирішено широке коло питань, пов'язаних з регулюванням інноваційної діяльності в процесі управління підвищенням енергоефективності української економіки. За умов становлення та розвитку цифрової економіки виникає необхідність використання нових інструментів у механізмі забезпечення енергоефективного зростання [2, с. 31].

Функціонування та удосконалення організаційно-економічного механізму підвищення енергоефективності національної економіки залежить від подальшого удосконалення системи державного управління енергетичним сектором через позиціонування цифрових технологій. Саме тому необхідне проведення скоординованої державної політики щодо підтримки створення, розповсюдження та комерціалізації енергоефективних інновацій [8]. У якості можливого інструменту вирішення проблеми пропонується використання технологій "великих даних". Під загальною назвою "big data" розуміється сукупність підходів, інструментів та методів обробки структурованих та неструктурованих даних, ефективних в умовах безперервного приросту, а також розподілу численними вузлами обчислювальної мережі. Використання такої технології стає найважливішою складовою підвищення енергоефективності у системі державного регулювання та управління практично в усіх країнах світу [7, с. 12].

Цифрові технології надають нові можливості для покращення енергопостачання, підвищення комфорту, зниження загального споживання енергії у житлових та комерційних будинках. Системи активного управління збирають, обробляють і аналізують дані в режимі реального часу і дозволяють керувати процесами енергоспоживання за допомогою єдиної інтерфейсної панелі. Згідно з прогнозом міжнародної енергетичної агенції (МЕА), підвищення експлуатаційної ефективності будівель з використанням даних у реальному часі може знизити загальне споживання енергії на 10 % у період 2020—2040 років [12, с. 21]. Насамперед це стосується процесів опалення та кондиціонування, де завдяки використанню датчиків та інтелектуальних термостатів потенційна економія енергії може становити від 15 % до

50 % (залежно від типу будівлі та системи управління). Інтелектуальне освітлення, що складається з високопродуктивних світлодіодів, підключених до систем управління будівлею, дозволяє аналізувати переваги користувачів, освітленість, режим експлуатації будівлі і дає можливість забезпечити більш високу якість освітлення при суттєвій економії енергії. За оцінками MEA, інтелектуальне освітлення може заощадити майже 14% від загального [12, с. 24].

Використання цифрових технологій стирає грань між традиційними постачальниками та споживачами енергоресурсів та створює можливості для споживачів з усіх секторів попиту безпосередньо брати участь у роботі енергосистеми, балансуючи попит та пропозицію у режимі реального часу [14]. Це забезпечується насамперед появою здатності змінювати своє енергоспоживання залежно від ситуації в енергосистемі (demand responds), збільшенням частки споживачів-"просьюмерів", які мають власні джерела виробництва або джерела для зберігання енергії (distributed energy resource), впровадженням "розумної зарядки" електромобілів, що переключає попит у непікові періоди (економія інвестицій в нову електроенергетичну інфраструктуру), застосування нових інструментів (blockchain) для полегшення локальної системи торгівлі енергією. Застосування цифрових технологій в електроенергетиці веде до зміни усієї бізнес-моделі галузі — вже з'явився термін Інтернет енергії (Internet of Energy, IoE) [11, с. 2]. Його характерними рисами є: виробництво електроенергії стає розподіленим, потоки електроенергії стають двоспрямованими, учасниками нового ринку електроенергії стають "речі", мобільна та доступна енергія у будь-якій точці, як мобільний Інтернет.

Сприяння високоякісному економічному розвитку, підвищення рівня захисту навколишнього середовища, глибока інтеграція цифрової економіки та енергоефективності стали загальною світовою тенденцією та екстраполювалися на національний рівень. Процес цифровізації може скорегувати масштаб виробництва до меншої інтенсивності та включити більше енергозберігаючих та ефективних технологій у виробничий процес. Сучасні цифрові технології успішно вирішують проблему асиметрії інформації, підвищують ефективність розподілу ресурсів, змінюють структуру споживання енергії та підвищують ефективність її використання. Цифрова економіка є важливою опорою для поточної технологічної революції, а її внесок в енергоефективність більш помітний у запровадженні технічних інновацій у виробничому ланцюжку енергетичного сектора. Водночас, як цифрова економіка, так і енергоефективність мають складні просторові та часові еволюційні особливості, а вплив цифровізації на енергоефективність є гетерогенним у періоді [4, с. 91]. Окрім того, позитивний вплив цифрової економіки на енергоефективність більш значний під час епохи швидкого зростання, ніж у період зрілості. З іншого боку, вплив на стимулювання чисто енергетичної технічної ефективності менший, ніж на стадії зрілості.

На сьогодні у світі сформувалося Топ-5 цифрових технологій, що трансформують енергетику та виступають інноваційними інструментами організаційно-економічного механізму підвищення енергоефективності на-

ціональних економік [1, с. 194]. По-перше, штучний інтелект проводить революційні перетворення в енергетичному секторі, забезпечуючи прогнозне обслуговування, оптимізацію енергоспоживання та стратегічну аналітику. Алгоритми штучного інтелекту вже можуть оптимізувати виробництво та розподіл енергії, щоб зменшити відходи, збільшити продуктивність. Ось чому Enel створила платформу машинного навчання, яка може прогнозувати виробництво вітрової та сонячної енергії, що дозволяє компанії краще керувати своїми енергетичними ресурсами. Іншими словами, цифрові технології можна успішно використовувати для прогнозування та оптимізації виробництва відновлюваних джерел енергії. Це було відзначено General Electric, яка почала використовувати штучний інтелект і машинне навчання, щоб максимізувати продуктивність своїх вітрових турбін. Згідно з дослідженнями Всесвітнього економічного форуму, використання обидвох технологій в енергетичному секторі може підвищити ефективність до 20 % при зниженні споживання енергії до 10 %. [14, с. 131]. Оскільки енергетичний сектор стикається зі зростаючим тиском щодо зменшення витрат і досягнення цілей сталого розвитку, стає зрозумілим, що штучний інтелект і машинне навчання є критично важливими інструментами механізму енергоефективності, які можуть допомогти компаніям залишатися конкурентоспроможними та вирішувати виклики галузі, що швидко розвивається.

По-друге, блокчейн — це безпечна, децентралізована та прозора технологія, котра в основному використовується для управління ланцюгом постачання та торгівлі енергією, створюючи прозору та безпечну систему для відстеження енергетичних транзакцій. Багато стартапів, пов'язаних з енергетикою, включно з WePower і Green Energy Lab, побудовані на його основі. Ці платформи дозволяють виробникам енергії продавати енергію безпосередньо споживачам. Це головним чином тому, що технологія блокчейн відома тим, що пропонує безпечний, непроникний запис енергетичних транзакцій, роблячи рахунки за енергію та транзакції більш ефективними. Кінцевим результатом є більш ефективний і відкритий енергетичний ринок, який підтримується смарт-контрактами, котрі використовуються для автоматизації продажу енергії та платежів. Як згадувалося раніше, технологія дозволяє розширити ринок, уможливаючи однорангову торгівлю енергією, надаючи споживачам можливість стати виробниками енергії та формувати більш децентралізовану енергетичну систему. Завдяки потенціалу створення більш прозорої, безпечної та ефективної енергетичної системи блокчейн є корисним інструментом, який може допомогти в трансформації енергетичної галузі. Звіт McKinsey передбачає, що блокчейн може заощадити енергетичному сектору до 500 мільярдів доларів до 2030 року [16, с. 632].

По-третє, Інтернет речей (IoT) передбачає використання підключених пристроїв для надання компаніям даних у реальному часі для оптимізації операцій і підвищення енергоефективності. Пристрої IoT можуть контролювати перехід енергії, відстежувати продуктивність обладнання та оптимізувати реагування на попит у виробництві електроенергії. Дані, зібрані (IoT) датчиками, можуть допомогти підприємствам приймати більш ра-



Рис. 1. Орієнтовні відносні параметри ефекту цифровізації енергетичного сектора національної економіки

Джерело: систематизовано та згруповано за даними [11—13].

ціональні рішення щодо технічного обслуговування та підвищувати енергоефективність, забезпечуючи безперервне та надійне енергопостачання. Так, Enel — глобальна компанія з відновлюваної енергетики — використовує інтелектуальні датчики для збору даних у режимі реального часу зі своїх вітрових турбін, щоб виявити проблеми з обслуговуванням і оптимізувати виробництво енергії. Ця тенденція настільки багатообіцяюча, що згідно з дослідженням McKinsey, прогнозне технічне обслуговування на основі Інтернету речей може знизити витрати до 30 % і скоротити час незапланованих простоїв до 50 %. Водночас, датчики можна використовувати і для моніторингу температури та вологості в будівлі та відповідного налаштування систем опалення та охолодження, зменшуючи витрати енергії. Це стосується, зокрема E.ON, німецької енергетичної компанії, яка впровадила систему енергоменеджменту на основі Інтернету речей у житлових і комерційних будівлях, щоб зменшити споживання енергії та витрати. Окрім того, IoT і датчики можуть допомогти енергетичним компаніям зменшити їхній вплив на навколишнє середовище [15, с. 352].

По-четверте, хмарні обчислення стали актуальним поняттям у багатьох галузях промисловості, включаючи енергетичний сектор. Використовуючи дану технологію, енергетичні компанії можуть оптимізувати управління даними й аналіз, а також зменшити витрати на IT. У міру того, як ми рухаємося до майбутнього, що більше керується даними, хмарні обчислення відіграватимуть дедалі важливішу роль у допомозі енергетичним компаніям. Хмара має численні переваги для енергетичного сектору. Перш за все, впровадження хмарних обчислень дозволяє енергетичним компаніям швидко й ефек-

тивно обробляти величезні обсяги даних, що є критично важливим для прийняття обґрунтованих рішень. Іншими словами, вони використовують хмару для керування великими наборами даних, оптимізації операцій і впровадження інновацій. Так, компанія Duke Energy використовує хмарні обчислення для максимальної ефективності своїх вітрових турбін, тоді як General Electric використовує прогнозне технічне обслуговування на основі хмари для підвищення надійності своїх потужностей з виробництва електроенергії. Водночас, згідно з дослідженням Navigant Research, очікується, що хмарні обчислення в енергетичному секторі зростуть з 4,4 мільярда доларів у 2015 році до 15,2 мільярда доларів у 2025 році [13, с. 6].

По-п'яте, завдяки блискавичній швидкості передачі даних і низькій затримці 5G має потенціал для революції в багатьох галузях, включаючи енергетичний сектор. 5G може допомогти підвищити ефективність, безпеку та сталість енергетичної інфраструктури, забезпечуючи дистанційний моніторинг і контроль. Оскільки енергетичні компанії продовжують досліджувати потенціал 5G, то можна очікувати ще більше інноваційних застосувань цієї технології в майбутньому через датчики та пристрої, котрі спроможні дистанційно управляти та контролювати енергетичну інфраструктуру. Цей тип віддаленого моніторингу вже просувається компанією Siemens, котра використовує технологію 5G на своїх заводах для створення інтелектуальних енергетичних систем, що підтвердили свою ефективність, надійність і довговічність. Це також стосується Vodafone, котрий використовує 5G для дистанційного моніторингу та керування енергетичними системами, щоб підвищити їхню ефективність, зменшити експлуа-

таційні витрати та покращити управління енергетичною інфраструктурою. Віддалений моніторинг і контроль, що підтримується 5G, також використовується для зменшення ризику аварій і підвищення безпеки критичної інфраструктури, забезпечення прогнозованого обслуговування, яке може допомогти енергетичним компаніям краще керувати своїм обладнанням і скоротити час простою [17, с. 118].

Базовий технологічний елемент, фундамент "розумної" — "smart grid" чи цифрової мережі — інтелектуальна система обліку електроенергії, призначена для оперативного формування достовірного обсягу послуг, багатотарифного обліку, моніторингу якості електроенергії та інших функцій. Джерелами первинної інформації у такій мережі є інтелектуальні лічильники і датчики, об'єднані в мережу інтернет речей (IoT). Як і Інтернет, інтелектуальна мережа складатиметься з елементів управління, комп'ютерів, автоматизації та нових технологій, і обладнання, що працюють разом, але в цьому випадку ці технології працюватимуть з електричною мережею, щоб реагувати в цифровому вигляді на попит електроенергії, що швидко змінюється [15, с. 353].

"Розумне виробництво" може зекономити енергії від 10 до 20 %, через зниження витрат на електроенергію для підприємств, а також скорочення викидів вуглецю. У всіх видах транспорту цифрові технології допомагають підвищити енергоефективність і зменшити викиди, а також забезпечити такі переваги, як балансування навантаження на електричні мережі. Інтегровані в електромережу будівлі, розумні прилади та системи керування енергією дають споживачам і підприємствам більший контроль над споживанням енергії. Цифровізація трансформує глобальну енергетичну систему, забезпечуючи значні переваги в енергоефективності усіх секторів економіки (Рис. 1). Цифрові технології мають потенціал для оптимізації енергії, яка використовується для багатьох енергомістких видів діяльності У Звіті про глобальну енергоефективність Міжнародного енергетичного агентства (MEA) за 2021 рік зазначено, що енергоефективність є одним із ключових факторів сприяння трансформації глобальної енергетичної системи та вирішення екологічних проблем, спричинених споживанням енергії [12, с. 11].

Енергетичний сектор зазнає швидких трансформацій, оскільки цифрові технології продовжують змінювати його ландшафт. Відтак, світ стає все більш інтегрованим, впровадження цифрової трансформації — це вже не вибір, а скоріше вимога для процвітання в цій галузі, що швидко розвивається. У довгостроковій перспективі однією з найважливіших потенційних переваг цифровізації в енергетичному секторі, ймовірно, буде можливість подовження терміну експлуатації електростанцій і мережевих компонентів за рахунок покращеного обслуговування та зменшення фізичного навантаження на обладнання. Так, якщо термін експлуатації всіх енергетичних активів у світі продовжити на п'ять років, сукупні інвестиції в розмірі майже 1,3 трильйона доларів США можуть бути відкладені на 2020–40 роки. У середньому інвестиції в електростанції будуть скорочені на 34 мільярди доларів США на рік, а в мережі — на 20 мільярдів доларів США на рік [16, с. 639].

Історично енергетична галузь повільно впроваджувала цифрові технології з різних причин, включаючи високу вартість нових енергетичних систем і складність поточної інфраструктури. Однак із зростаючим попитом на електроенергію, посиленням тиску на скорочення викидів парникових газів та вирішення поточної кризи, енергетичний сектор змушений шукати шляхи підвищення ефективності та продуктивності [6, с. 71]. Використовуючи цифрові технології, енергетичні компанії можуть оптимізувати виробництво та розподіл енергії, покращити управління ланцюгом постачання, забезпечити енергетичну незалежність держави.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Таким чином, використання цифрових технологій в системі організаційно-економічних інструментів механізму енергоефективності національної економіки зумовлює необхідність розробки урядом країни програмних документів щодо конкретизації етапів впровадження технологічних новацій в енергетичний сектор з метою оптимізації та модернізації економічної системи, прискорення підвищення енергоефективності та досягнення екологічної трансформації. Державна політика має підтримувати такі інновації, причому акцентувати увагу на необхідності розвитку цифрових навичок.

Водночас, впровадження системи енергоменеджменту може дозволити споживачу енергії отримати більші переваги ефективності від використання нових технологій. Так само цифрові технології можуть сприяти більшій вигоді від запровадження системи енергоменеджменту, що забезпечує більш точні та своєчасні дані про використання енергії. Збільшення переваг від поєднання систем енергоменеджменту та цифрових технологій є важливим завданням і досягнення якого мають прагнути політики, споживачі енергії та постачальники технологій.

Цифровізація в енергетиці зумовлює формування моделей бізнесу, інформаційних сервісів та ринків, включаючи мережеві комунікації, міжмашинну взаємодію та цифрове моделювання, виходячи з переваг цифрової економіки. Інфраструктурними елементами тут є віртуальні електростанції, агрегатори попиту, віртуальне розподілене накопичення енергії, а також енергетичне хеджування та "розумні" мережі (smart-grid). Все це є комплексом інформаційних технічних апаратних засобів, які обслуговують виробництво та споживання електроенергії населенням та підприємствами.

Література:

1. Губарєва І., Салашенко Т. Стратегічні аспекти підвищення енергоефективності регіонів країни. Проблеми економіки. 2020. № 2. С. 190—197.
2. Дзядичевіч Ю. В., Брич В. Я., Джеджула В. В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження: монографія. Тернопіль: ТНЕУ, 2018. 154 с.
3. Ільницький Д.Є., Палійчук У. Ю., Псюк Р.М., Мельницький М.М. Організаційно-економічний механізм управління процесами енергозабезпечення діяльності підприємств з використанням нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Теоретичні проблеми економіки та управління. 2017. № 2 (16). С. 52—58.

4. Іскаков А.А., Кобушко І.М. Енергоефективність національної економіки в контексті її еколого-економічної безпеки. Механізм регулювання економіки, 2016. № 3. С. 88—96.

5. Закон України "Про енергозбереження" від 01.07.1994 р. № 74/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр#Text>

6. Климчук О. В., Козловський С. В., Лавров Р. В. Стратегічні аспекти економіко-енергетичної політики України в контексті сталого розвитку. Бізнес-інформ, 2021. № 1. С. 65—76.

7. Лозинська І.В., Скрипник Д.М., Скрипник О.А. Державна підтримка виробництва енергії з відновлюваних джерел. Вісник СНАУ. Серія "Економіка і менеджмент". 2019. № 4 (82). С. 11—14.

8. Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року" від 29.12.2021 р. № 1803-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-p#Text>

9. Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року" від 21.04.2023 р. № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-p#Text>

10. Ярова О. А., Леонов Я. В. Механізм організаційно-економічного забезпечення розвитку енергетичного сектору. Економіка та держава. 2021. № 9. С. 119—122.

11. Bongers A. Energy Efficiency, Emission Energy, and the Environment. Energy Research Letters. 2020. Vol. 1, № 2. P. 1—5.

12. IEA. Energy Technology Perspectives. Paris, France. 2023. 459 p.

13. Khaleel, M., Ziyodulla Yusupov, Abdussalam Ali Ahmed, Abdulagader Alsharif, Ahmed Alarga, & Ibrahim Imbayah. (2023). The Effect of Digital Technologies on Energy Efficiency Policy. International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES), 1 (1), 1—8.

14. Morley, J.; Widdicks, K.; Hazas, M. Digitalization, energy and data demand: The impact of internet traffic on overall and peak electricity consumption. Energy Res. Soc. Sci. 2018, 38, 128—137.

15. Plageras, A. P., Psannis, K. E., Stergiou, C., Wang, H., and Gupta, B. B. (2018). Efficient IoT-Based Sensor BIG Data Collection-Processing and Analysis in Smart Buildings. Future Gener. Comp. sy. 82, 349—357.

16. Van Veldhoven, Z.; Vanthienen, J. Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology. Electron. Mark. 2022, 32, 629—644.

17. Wei Li. Research on the Impact of Digital Economy on Industrial Energy Efficiency. Frontiers in Business, Economics and Management. Vol. 7, No. 1, 2023. Pp. 115—119.

References:

1. Gubareva, I. and Salashenko T. (2020), " Strategic aspects of increasing the energy efficiency of the country's regions", Problems of the economy, vol. 2, pp. 190—197.

2. Dzyadykevich, Yu. V. Brych, V. Ya. and Dzhedzula, V. V. (2018), Orhanizatsijno-ekonomichnyj mekhanizm enerhozbezrehennia [Organizational and economic mechanism of energy saving], TNEU, Ternopil, Ukraine.

3. Ilnytskyi, D.E. Paliychuk, U.Yu. Psyuk, R.M. and Melnytskyi, M.M. (2017), "Organizational and economic mechanism of management of energy supply processes of enterprises using non-traditional and renewable energy sources", Theoretical problems of economics and management, vol. 2, pp. 52—58.

4. Isakov, A.A. and Kobushko, I.M. (2016), "Energy efficiency of the national economy in the context of its environmental and economic security", Economy Regulation Mechanism, vol. 3, pp. 88—96.

5. The Verkhovna Rada of Ukraine (1994), Law of Ukraine "On Energy Saving", available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94> (Accessed 22 August 2023).

6. Lozinska, I.V. Skrypnyk, D.M. and Skrypnyk, O.A. (2019), "State support for energy production from renewable sources", Bulletin of SNAU. "Economics and Management", vol. 4, pp. 11—14.

7. Cabinet of Ministers of Ukraine (2012), Resolution "On the National Energy Efficiency Action Plan for the Period Until 2030", available at: <http://zakon.rada.gov.ua> (Accessed 2 September 2023).

8. Cabinet of Ministers of Ukraine (2012), Resolution "On the approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2050", available at: <http://zakon.rada.gov.ua> (Accessed 14 September 2023).

9. Yarova, O. A. and Leonov, Ya. V. (2021), "The mechanism of organizational and economic support for the development of the energy sector", Economy and the state, vol. 9, pp. 119—122.

10. Klymchuk, O. V. Kozlovskyi, S. V. and Lavrov R. V. (2021), "Strategic aspects of the economic and energy policy of Ukraine in the context of sustainable development", Business information, vol. 1, pp. 65—76.

11. Bongers, A. (2020), "Energy Efficiency, Emission Energy, and the Environment. Energy", Research Letters, vol. 1, pp. 1—5.

12. IEA. (2023), Energy Technology Perspectives, Paris, France.

13. Khaleel, M., Yusupov, Z. Ahmed, A. Alsharif, A. Alarga, A. and Imbayah, I. (2023), "The Effect of Digital Technologies on Energy Efficiency Policy", International Journal of Electrical Engineering and Sustainability, vol. 1, pp. 1—8.

14. Morley, J. Widdicks, K. and Hazas, M. (2018), "Digitalization, energy and data demand: The impact of internet traffic on overall and peak electricity consumption", Energy Res. Soc. Sci. vol. 38, pp. 128—137.

15. Plageras, A. P. Psannis, K. E. Stergiou, C. Wang, H. and Gupta, B. B. (2018). "Efficient IoT-Based Sensor BIG Data Collection-Processing and Analysis in Smart Buildings", Future Generation, vol. 82, pp. 349—357.

16. Wei, Li. (2023), "Research on the Impact of Digital Economy on Industrial Energy Efficiency Frontiers in Business", Economics and Management, vol. 7, pp. 115—119.

17. Van Veldhoven, Z. and Vanthienen, J. (2022), "Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology", Electron. Mark, vol. 32, pp. 629—644.

Стаття надійшла до редакції 21.09.2023 р.