

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-27-52>

УДК 330.341.1:620.9

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СФЕРІ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

THEORETICAL PRINCIPLES OF FUNCTIONING OF THE MECHANISM OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ECONOMY IN THE ENERGY SPHERE IN THE CONDITION OF INDUSTRY 4.0

Трофименко Олена Олексіївна

кандидат економічних наук, доцент,
Міжнародний університет фінансів,

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2339-0377>

Trofymenko Olena

International University of Finance,
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Досліджено умови забезпечення інноваційного розвитку енергетичної сфери на засадах формалізації відповідного механізму в умовах Індустрії 4.0. Визначено специфічні особливості розвитку енергетики, що впливають на теоретико-прикладні аспекти функціонування механізму інноваційного розвитку національної економіки. Визначено базові функції механізму, реалізація яких необхідна для досягнення ідентифікованих цілей. Розкрито та досліджено структурні компоненти механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері. Обґрунтовано науково-методологічний підхід до формування механізму інноваційного розвитку енергетичної сфери в системі соціально-економічних трансформацій в умовах Індустрії 4.0 на засадах агрегації таких структурних елементів цього механізму, як конструкторсько-проектний апарат, техніко-технологічний блок, ресурсно-функціональна підсистема та організаційно-управлінський інструментарій, синергічна взаємодія яких забезпечує зростання конкурентоспроможності національної економіки, оптимізацію галузево-секторальної структури останньої, зміцнення економічної безпеки держави, посилення соціальної відповідальності бізнесу, покращення рівня якості життя населення та підвищення соціальної справедливості в суспільстві.

Ключові слова: механізм інноваційного розвитку, інновації, енергетична сфера, Індустрія 4.0.

Исследованы условия обеспечения инновационного развития энергетической сферы на основе формализации соответствующего механизма в условиях Индустрии 4.0. Определены специфические особенности развития энергетики, влияющие на теоретико-прикладные аспекты функционирования механизма инновационного развития национальной экономики. Определены базовые функции механизма, реализация которых необходима для достижения идентифицированных целей. Раскрыто и исследованы структурные компоненты механизма инновационного развития национальной экономики в энергетической сфере. Обоснован научно-методологический подход к формированию механизма инновационного развития энергетической сферы в системе социально-экономических трансформаций в условиях Индустрии 4.0 на основе агрегации таких структурных элементов этого механизма, как конструкторско-проектных аппарат, технико-технологический блок, ресурсно-функциональная подсистема и организационно-управленческий инструментарий, синергическое взаимодействие которых обеспечивает рост конкурентоспособности национальной экономики, оптимизацию отраслевых секторальной структуры последней, укрепление экономической безопасности государства, усиление социальной ответственности бизнеса, улучшение качества жизни населения и повышение социальной справедливости в обществе.

Ключевые слова: механизм инновационного развития, инновации, энергетическая сфера, Индустрия 4.0.

The conditions for ensuring the innovative development of the energy sector on the basis of formalization of the relevant mechanism are studied. The need to determine the substantive characteristics of the functioning of the mechanism of innovative development of the national economy in the energy sector is substantiated. Different interpretations of the term "mechanism" are analyzed. Specific features of energy development that affect the theoretical and applied aspects of the mechanism of innovative development of the national economy are identified. The stages of formation of the mechanism of innovative development of the national economy in the energy sphere are determined. The strategic, tactical and operational goals of the mechanism of innovative development of the energy sphere are identified. The basic functions of the mechanism, the implementation of which is necessary to achieve the identified goals, are determined. The structural components of the mechanism of innovative development of the national economy in the energy sphere are revealed and investigated. It is determined that the evolutionary change of technological systems and the development of Industry 4.0 objectively influence the processes of formation of theoretical and methodological approaches and applied principles for the construction of innovative mechanisms for the development of the national economy in the energy sector. The scientific and methodological approach to the formation of the mechanism of innovative development of the energy sector in the system of socio-economic transformations in Industry 4.0 on the basis of aggregation of such structural elements of this mechanism as design and engineering apparatus, technical and technological unit, resource and functional subsystem and organizational and managerial tools, synergistic interaction of which ensures the growth of competitiveness of the national economy, optimization of the sectoral structure of the latter, strengthening the economic security of the state, strengthening corporate social responsibility, improving the quality of life and improving social justice in society.

Keywords: mechanism of innovative development, innovations, energy sphere, Industry 4.0.

Постановка проблеми. Становлення засад інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері потребує формалізації ефективних механізмів послідовного проектування, розробки та впровадження інновацій в процеси продукування, трансформації та споживання енергетичних ресурсів. Ці механізми, з однієї сторони, передбачають мобілізацію ресурсного базису та налагодження системної взаємодії між державними інституціями, науково-дослідними установами, суб'єктами енергетичного сектору та підприємницькими структурами, а з іншої – вимагають формування організаційно-економічного інструментарію реалізації цілісної послідовної політики інноваційної модернізації енергетичної сфери з урахуванням галузевої специфіки розвитку базових секторів національної економіки. Це визначає необхідність формування теоретичних засад функціонування механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері в умовах Індустрії 4.0.

Аналіз досліджень та публікацій. Дослідженню механізмів інноваційного розвитку, розвитку енергетичної сфери та особливостей Індустрії 4.0 присвячені праці таких науковців як С. Войтко [9], С. Гринкевич [2], О. Іляш [1; 2], Л. Смоляр [1], С. Тульчинської [6], О. Тімченка [12] та ін. Відзначаючи високий внесок у досліджувану проблематику даних науковці, зазначаємо, що недостатньо приділено уваги обґрунтуванню науково-методологічного підходу до формування механізму інноваційного розвитку енергетичної сфери в системі соціально-економічних трансформацій в умовах Індустрії 4.0.

Вклад основного матеріалу дослідження. Доцільність забезпечення інноваційного розвитку енергетичної сфери на засадах формалізації відповідного механізму обумовлюється такими перспективами: 1) можливість побудови комплексного підходу до процесів впровадження інновацій в енергетичному секторі, що мінімізує ризики виникнення системних помилок й підвищує ефективність використання енергетичних потужностей; 2) наявність передумов для мобілізації ресурсного потенціалу всіх зацікавлених стейкхолдерів на засадах кооперації та інтеграції господарських відносин й формування синергетичного ефекту; 3) зменшення невизначеності параметрів розвитку енергетичної сфери та підвищення достовірності її прогностичних результатів функціонування; 4) мінімізація транзакційних витрат у процесі інноваційної модернізації техніко-технологічних потужностей енергетичного сектору; 5) можливість налагодження процесів безперервного вдосконалення та адаптації організаційно-економічних підходів до впровадження інноваційних проєктів в енергетичному секторі.

У сегменті інноваційного розвитку термін «механізм» [3; 4; 5] доцільно позиціонувати, як організаційно-управлінський інструментарій імплементації системних зрушень в енергетичному секторі, пришвидшення темпів структурної перебудови національної економіки та підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у процесі формування ланцюга створення доданої вартості. Узагальнюючи тлумачення механізму

інноваційного розвитку [6–8], визначили, що механізм інноваційного розвитку доцільно позиціонувати через призму таких аспектів як: 1) управлінський інструментарій забезпечення інноваційної трансформації виробничо-господарських комплексів національної економіки; 2) техніко-технологічний апарат пошуку, генерування та комерціалізації новаторських ідей у практику господарювання суб'єктів національної економіки; 3) стратегічна підсистема забезпечення динамічної конкурентоспроможності секторів національної економіки на внутрішньому та зовнішньому ринках в умовах глобалізації соціально-економічних відносин. Концептуальна будова механізму інноваційного розвитку представлена на рис. 1.

Формування механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері є комплексним процесом, що агрегується в межах строгої послідовності етапності дій, чітке дотримання яких забезпечує високий рівень ресурсно-функціональної спроможності цього механізму, з огляду на параметри невизначеності економічного середовища (рис. 2).

Налагодження процесів ефективного функціонування механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері, з одного боку, передбачає побудову стійких усталених взаємозв'язків між його структурними складовими елементами, а з іншої – вимагає формування гнучких адаптивних властивостей внутрішніх функціональних блоків цього механізму з метою забезпечення його безперебійної роботи в умовах наростаючих викликів і загроз розвитку енергетичного сектору. Ресурсно-функціональна спроможність механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері забезпечується дотриманням системної спрямованості на досягнення його основних

стратегічних, тактичних і операційних цілей (рис. 3). До базових функцій механізму відносяться: 1) мобілізаційна; 2) трансформаційна; 3) комунікаційна; 4) безпекова; 5) мультиплікаційна; 6) екологічна; 7) динамічна.

Це обумовлює його міждисциплінарний характер і визначає його агрегацію з такою сукупністю структурних компонент як: конструкторсько-проектний апарат, техніко-технологічний блок, ресурсно-функціональна підсистема та організаційно-управлінський інструментарій, кожен з яких, з однієї сторони, спроможний функціонувати автономно, незалежно від іншого структурного компоненту, а з іншої – системна синергічна взаємодія яких забезпечує комплексне перетворення енергетичних потужностей національної економіки на інноваційних засадах. Конструкторсько-проектний апарат даного механізму орієнтований на пошук новаторських інтелектуальних ідей в енергетиці та їх комерціалізацію через реалізацію інструментів впровадження й поширення в практиці господарювання.

Сутнісно-змістовне наповнення конструкторсько-проектного апарату механізму полягає у формуванні його функціональних властивостей до генерування та селекції пріоритетних інноваційних енергетичних стартапів на засадах використання об'єктів мережі науково-технічної інфраструктури енергетичних інновацій (технологічні парки, науководослідні установи, венчурні інноваційні центри, краудфандингові платформи тощо) та покращення експериментальної бази здійснення інноваційної діяльності в енергетиці.

Свою чергою, техніко-технологічний блок механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері покликаний забезпечити злагоджену взаємодію решти його структурних складових елементів на засадах побудови збалансо-

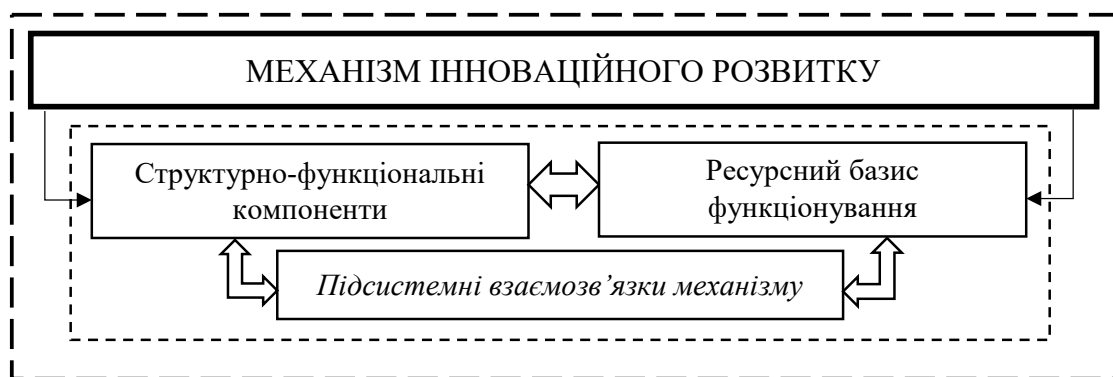


Рис. 1. Концептуальна будова механізму інноваційного розвитку

Джерело: власна розробка



Рис. 2. Етапи формування механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері

Джерело: власна розробка



Рис. 3. Цілі механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері

Джерело: власна розробка

ваних підсистемних взаємозв'язків, раціонального розподілу повноважень, обов'язків і відповідальності суб'єктів інноваційного процесу, встановлення чітких часових меж реалізації поставлених завдань.

Роль ресурсно-функціональної підсистеми механізму інноваційного розвитку енергетичного сектору полягає у формуванні адекватного базису фінансово-економічної, матері-

ально-технічної та інтелектуально-кадрової підтримки розвитку енергетичних інновацій на засадах дотримання чітких регламентів функціонування інноваційних бізнес-процесів в енергетичній сфері.

Замикаючим є організаційно-управлінський інструментарій механізму інноваційного розвитку в енергетичній сфері, функціонування якого спрямоване на формування адекват-

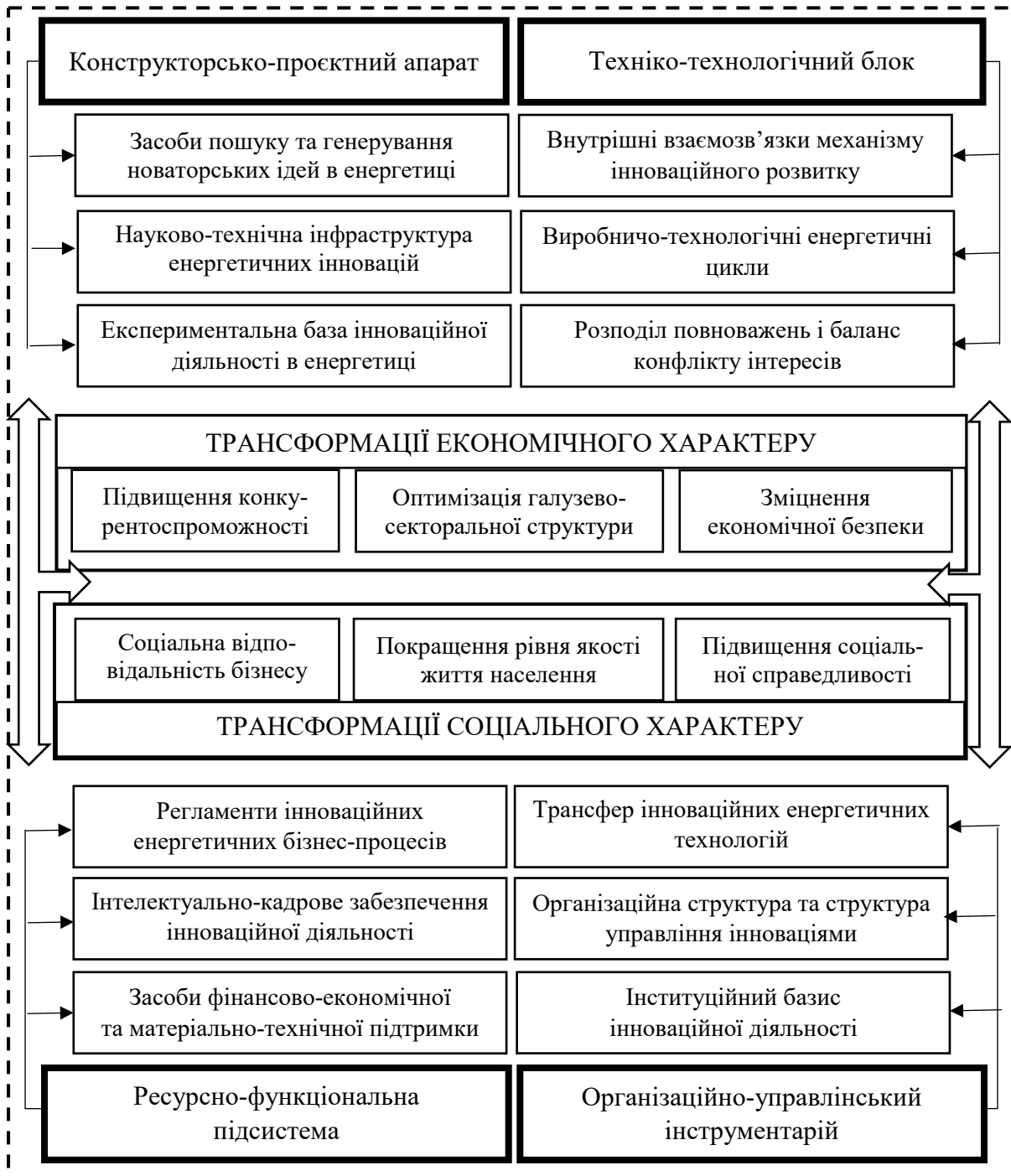


Рис. 4. Декомпозиція механізму інноваційного розвитку енергетичної сфери національної економіки в системі соціально-економічних трансформацій

Джерело: власна розробка

ного інституційного базису ведення інноваційної діяльності, шляхом збалансування впливу ролі формальних і неформальних інститутів на процеси прийняття управлінських рішень; побудови раціональної організаційної структури управління інноваціями в енергетичному секторі; підтримки процесів трансферу інноваційних технологій в енергетиці з урахуванням вітчизняної специфіки господарювання та розвитку національної економіки. Відповідна декомпозиція структурних елементів механізму інноваційного розвитку енергетичної сфери представлена на рис. 4.

Таким чином, механізм інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері доцільно позиціонувати через призму цілісної агрегації таких структурних компонент як конструкторсько-проектний апарат, техніко-технологічний блок, ресурсно-функціональна підсистема та організаційно-управлінський інструментарій, збалансована взаємодія яких спрямована на інноваційну модернізацію енергетичних потужностей виробничо-господарських комплексів у контексті активізації процесів соціально-економічних трансформацій держави.

Еволюційна зміна технологічних укладів та розвиток Індустрії 4.0 визначають нові умови, де механізмам в енергетиці притаманні: посилення стратегічної ролі цифрових технологій в забезпеченні ефективності функціонування механізмів, автоматизація операційних бізнес-процесів і прийняття управлінських рішень в енергетичному секторі, швидкі темпи зміни структури та набору функціональних елементів механізмів інноваційного розвитку.

Індустрія 4.0 є такою моделлю організації виробничо-технологічних відносин, за якої формуються можливості для вертикальної інтеграції «smart» обладнання, інноваційних продуктів і ресурсного базису в гнучкі виробничі системи та їх горизонтальної імплементації в міжгалузеві мережі цінностей [9; 10; 11]. Науковці [12, с. 24–26] у своїх дослідженнях виділяють такі елементи інноваційного механізму розвитку національної економіки в енергетичній сфері в умовах Індустрії 4.0: 1) цифрова інфраструктура; 2) цифрове виробництво; 3) цифрове управління. Водночас, учені [13] попереджають про ризики формування, так званих, «прогалів у цінностях», що можуть бути зумовлені наслідком ірраціонального використання інноваційних механізмів розвитку цифрових технологій в енергетичній сфері. З огляду на це, теоретико-методологічний і прикладний базис фор-

мування інноваційних механізмів цифрової трансформації енергетичної сфери доцільно реалізовувати через призму таких стратегічних пріоритетів як: 1) узгодження інтересів усіх суб'єктів енергетичного сектору на шляху від початкового етапу проектування інноваційних технологій виробництва енергії до кінцевого – споживання енергетичних ресурсів й замкненого циклу переробки відходів; 2) побудова мотиваційних механізмів формування високого рівня соціальної та екологічної відповідальності учасників суспільно-економічних відносин; 3) перерозподіл ресурсних потоків із сегменту суто економічної ефективності в площину соціально-екологічних детермінант забезпечення ефективного розвитку національної економіки в енергетичній сфері.

Інноваційні цифрові технології Індустрії 4.0 мають визначальний вплив на формування процесів ефективності функціонування енергетичних потужностей «зеленої» енергетики та збільшення її частки в загальній структурі споживання енергетичних ресурсів [14, с. 4085]. Своєю чергою, нарощувані потужності «зеленої» енергетики відіграють стратегічно важливу роль у процесах скорочення обсягів викидів діоксиду вуглецю в навколишнє середовище, протидії парниковому ефекту та стримуванні руйнівного впливу глобального потепління на розвиток природних екосистем [15, с. 275; 16; 17; 18]. Механізм інноваційного розвитку «зеленої» енергетики орієнтований на процеси трансформації національної економіки, шляхом імплементації інструментів раціонального господарювання.

Стратегічними компонентами інноваційного розвитку енергетичної сфери в умовах Індустрії 4.0 є механізм Smart-управління енергетичними потужностями. Енергетичні системи на основі концепції Smart-управління характеризуються інтелектом, системністю та орієнтацією на утвердження екологічних засад споживання енергетичних ресурсів [19, с. 26]. Інноваційний механізм технологій Smart-управління дозволяє реалізовувати «розумні» управлінські рішення в процесі раціонального енергоспоживання через використання інтегрованих інструментів оперативної адаптації до параметрів наростаючих викликів і загроз функціонування енергетичного сектору та сформованої кон'юнктури на ринку енергетичних ресурсів. Утвердження ролі інноваційного механізму Smart-управління енергетичними потужностями посилюється в умовах децентралізації процесів виробництва віднов-

люваної енергії, лібералізації енергетичних ринків та посилення вимог кінцевих споживачів до якості енергетичних ресурсів і технологій їх раціонального використання [20].

Блокчейн-технології формують такі моделі енергетичних трансакцій, за яких вдається оперативно ідентифікувати кінцевого споживача енергетичних ресурсів, обсяги споживання останніх і забезпечити диференційований підхід до реалізації контрактних відносин. Блокчейн-технології ефективно захищають енергетичну систему від проявів несанкціонованого втручання в її роботу й дозволяють оперативно моніторити квоти на допустимі викиди шкідливих речовин у природні екосистеми [21, с. 161–162]. Таким чином, блокчейн-технології є ефективним інноваційним механізмом удосконалення обліку й контролю енергетичних процесів на різних ієрархічних рівнях управління національної економіки.

Поширення ідей Індустрії 4.0 формує передумови для імплементації в енергетичну сферу технології Digital-Twins (цифрові близнюки), яка базується на концепції побудови динамічної цифрової копії фізичного об'єкта (системи), що піддається оперативному корегуванню в просторово-часовому вимірі, та забезпечення синхронізації даних між фізичним і цифровим близнюками з метою організації подальшого моніторингу, моделювання та оптимізації процесів функціонування безпосередньо фізичного об'єкта через використання ресурсного базису створеного цифрового близнюка. не лише на етапі її проектування, але й безпосередньо в процесі експлуатації. Технологія Digital-Twins дозволяє оптимально поєднувати інструменти штучного інтелекту та аналізу програмного забезпечення з виробничо-господарськими даними в процесі побудови динамічних імітаційних енергетичних моделей [22]. Стратегічними конкурентними перевагами використання технології Digital-Twins в енергетиці є такі: формування експериментальної бази підвищення ефективності розвитку бізнес-процесів енергетичної сфери; впровадження інтелектуальних мереж моніторингу та управління енергетичними процесами; підвищення ефективності реалізації стратегічних управлінських рішень і мінімізація невизначеності параметрів функціонування енергетичних систем; зменшення трансакційних витрат, пов'язаних із експлуатацією енергетичних мереж; диверсифікація енергетичних ресурсів і зменшення «ціни» людської помилки в процесі експлуатації енергетичних систем; підвищення оперативності проце-

сів корегування структурно-функціональних параметрів розвитку енергетичного сектору; збалансування кон'юнктури енергетичних ресурсів на ринку; можливість комплексно-інтегрованого використання досягнень штучного інтелекту, хмарних технологій, Інтернету речей, кіберфізичних систем тощо.

Налагодження процесів ефективного функціонування інноваційних механізмів розвитку національної економіки в енергетичній сфері передбачає використання інструментів фінансово-економічної підтримки, як на державному, так і на місцевому інституційних рівнях. Як свідчать дослідження, сприяння поширенню інноваціям у сфері інноваційної енергетики з боку органів місцевого самоврядування є ефективним засобом щодо активізації процесів соціально-економічної трансформації, структурної перебудови та екологізації виробничо-господарських комплексів окремих територій [23, с. 360; 24]. Структурно-функціональна взаємодія інструментів державно-приватного партнерства з елементами механізму інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері забезпечується через мобілізацію державного та приватного капіталу, кооперацію матеріально-технічного базису розробки інновацій, інтеграцію міжгосподарських відносин в енергетичному секторі, посилення економічних й соціально-психологічних мотиваційних стимулів у суспільстві за формування кінцевих результатів розвитку інноваційних бізнес-процесів в енергетиці. Також, інноваційні механізми розвитку енергетичного сектору мають визначальний вплив на становлення процесів детінізації господарських відносин у ході суспільно-економічного обміну [25].

Висновки. Трансформація енергетичного сектору в умовах Індустрії 4.0 формує доцільність розробки відповідних інноваційних механізмів. Налагодження ефективних процесів функціонування механізму інноваційного розвитку енергетичної сфери обумовлює необхідність його агрегації з таких структурних компонентів, як конструкторсько-проектний апарат (генерування новаторських ідей, науково-технічна інфраструктура, експериментальна база інновацій), техніко-технологічний блок (внутрішні взаємозв'язки механізму, виробничо-технологічні цикли, розподіл повноважень і баланс конфлікту інтересів), ресурсно-функціональна підсистема (фінансово-економічна та матеріально-технічна підтримка, інтелектуально-кадрове забезпечення, регламенти енергетичних бізнес-процесів) та організа-

ційно-управлінський інструментарій (інституційний базис інноваційної діяльності, організаційна структура та структура управління інноваціями, трансфер інноваційних енергетичних технологій). Механізм інноваційного розвитку національної економіки в енергетичній сфері покликаний реалізовувати мобілізаційну, трансформаційну, комунікаційну, безпе-

кову, мультиплікаційну, екологічну та динамічну функції. Серед найбільш прогресивних механізмів інноваційного розвитку енергетичного сектору доцільно виділити такі: механізм цифрових технологій, механізми трансформації «зеленої» енергетики, smart-управління енергетичними потужностями, механізми блокчейн-технологій та Digital-Twins.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Смоляр Л., Іляш О., Коліщенко Р., Литвак Т. Бенчмаркери забезпечення «економічного прориву» України у технологічному та інноваційному напрямках. *Інноваційна економіка*. 2020. № 5–6. С. 19–29. doi: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2020.5-6.3>
2. Гринкевич С.С., Іляш О.І. Теоретико-прикладні аспекти становлення інформаційної економіки в Україні. *Стратегічні пріоритети*. 2015. № 1(34). С. 56–63.
3. Бакаренко Н.П. Сутнісно-структурна характеристика дефініції «фінансово-економічний механізм управління діяльністю підприємств». *Інвестиції: практика та досвід*. 2012. № 7. С. 77–81.
4. Пономаренко В.С., Ястремская Е.Н., Луцковский В.М. Механизм управления предприятием: стратегический аспект. Харьков : Изд-во ХГЭУ, 2002. 252 с.
5. Криклій О.А., Маслак Н.Г. Визначення сутності та структури фінансового механізму управління філіями банку. *Вісник Української академії банківської справи*. 2007. № 1(22). С. 53–58.
6. Тульчинська С.О. Функціонування організаційно-економічного механізму інноваційного процесу. *Стратегічні пріоритети*. 2008. № 1(6). С. 89–95.
7. Рогоза М.Є., Вергал К.Ю. Стратегічний інноваційний розвиток підприємств: моделі та механізми : монографія. Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. 136 с.
8. Толстова А.В., Огненна Х.В. Теоретичні аспекти формування механізму інноваційного розвитку промислового підприємства. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. 2016. Вип. 21. С. 106–110.
9. Войтко С.В. Управління проектами та стартапами в Індустрії 4.0 : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. 200 с.
10. Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries / M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner et. al. Boston Consulting Group. April 2015. 20 p.
11. Індустрія 4.0 – що це таке і навіщо це в Україні. Асоціація «підприємців промислової автоматизації України. URL: <https://appau.org.ua/publications/industriya-4-0-shho-tse-take-ta-navishho-tse-ukrayini/>
12. Тімченко О., Лір В. Цифровий моніторинг як механізм формування енергетичного балансу національного господарства. *Схід. Економічні науки*. 2018. № 1(153). С. 23–29.
13. Hiteva R., Foxon T.J. Beware the value gap: Creating value for users and for the system through innovation in digital energy services business models. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 166. Article number 120525. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120525
14. Xuefeng Li, Dalai Ma. Financial agglomeration, technological innovation, and green total factor energy efficiency. *Alexandria Engineering Journal*. Vol. 60. Issue 4. P. 4085–4095.
15. Adebayo T.S., Adesola I., Oyebanji M., Osemeahon O.S. Do Technological Innovation and Renewable Energy Consumption in Japan Important for Consumption-based Carbon Emissions? *Pollution*. № 7(2). P. 275–291.
16. Liang Li, Hajar Msaad, Huaping Sun, Mei Xuen Tan, Yeqing Lu, Antonio K.W. Lau. Green Innovation and Business Sustainability: New Evidence from Energy Intensive Industry in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020, 17, 7826. doi:10.3390/ijerph17217826
17. Elia A., Kamidelivand M., Rogan F., O' Gallachoir B.O'. Impacts of innovation on renewable energy technology cost reductions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. № 138. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110488>
18. Scharl S., Praktiknjo A. The Role of a Digital Industry 4.0 in a Renewable Energy System. *International Journal of Energy Research*. Vol. 43. Issue 8. P. 3891–3904.
19. Медиковський М.О., Цмоць І.Г., Скорохода О.В., Цимбал Ю.В. Інтелектуальні компоненти енергетичних систем на основі концепції Smart Grid. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2015. № 4. С. 25–29.
20. Chasin, F., Paukstadt U., Gollhardt T., Becker J. Smart energy driven business model innovation: An analysis of existing business models and implications for business model change in the energy sector. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 269. Article Number: 122083. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122083

21. Серєда І.В., Локотарєв Є.О., Шаповал В.О. Реалізація використання блокчейн-технологій у енергетичному секторі. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія : Економіка і управління*. 2019. Том 30(69). № 4. С. 160–165.
22. Borowski P.F. Digitization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector. *Energies* 2021, 14, 1885. doi: <https://doi.org/10.3390/en14071885>
23. Popp D. Promoting Clean Energy Innovation at the State and Local Level. *Agricultural and Resource Economics Review*. Vol. 49. Issue 2. P. 360–373.
24. Adebayo T.S., Genç S.Y., Castanho R.A., Kirikkaleli, D. Do Public-Private Partnership Investment in Energy and Technological Innovation Matter for Environmental Sustainability in the East Asia and Pacific Region? An Application of a Frequency Domain Causality Test. *Sustainability* 2021, 13, 3039. doi: <https://doi.org/10.3390/su13063039>
25. Chen M.Z., Sinha A., Hu K.X., Shah M.I. Impact of technological innovation on energy efficiency in industry 4.0 era: Moderation of shadow economy in sustainable development. *Technological Forecasting and Social Change*. Volume 164. Article Number: 120521. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120521

REFERENCES:

1. Smoliar, L., Ilyash, O., Kolishenko, R. & Lytvak, T. (2020). Benchmarkery zabezpechennia «ekonomichnoho proryvu» Ukrainy u tekhnolohichnomu ta innovatsiinomu napriamakh [Bench markers of ensuring the "economic breakthrough" of Ukraine in technological and innovative directions]. *Innovatsiina ekonomika*, 5–6, 19–29. (in Ukrainian)
2. Grynkevych, S.S. & Ilyash, O.I. (2015). Teoretyko-prykladni aspekty stanovlennia informatsiinoi ekonomiky v Ukraini [Theoretical and applied aspects of the formation of the information economy in Ukraine]. *Strategichni prioriteti*, 1(34), 56–63. (in Ukrainian)
3. Bakarenko, N.P. (2012). Sutnisno-strukturna kharakterystyka definitsii "finansovo-ekonomichnyi mekhanizm upravlinnia diialnistiu pidpriemstv" [Essential and structural characteristics of the definition of "financial and economic mechanism for managing the activities of enterprises"]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, 7, 77–81. (in Ukrainian)
4. Ponomarenko, V.C., Yastremskaya, E.N. & Lutskovskiy, V.M. (2002). Mekhanyzm upravleniya predpriatyem: stratehychesky aspekt [Enterprise management mechanism: strategic aspect]. Kharkiv: KhSEU. (in Russian)
5. Kryklii, O.A. & Maslak, N.G. (2007). Vyznachennia sutnosti ta struktury finansovoho mekhanizmu upravlinnia filiiamy banku [Defining the essence and structure of the financial mechanism of bank branch management]. *Visnyk Ukrainiskoi akademii bankivskoi spravy*, 1(22), 53–58. (in Ukrainian)
6. Tulchynska, S.O. (2008). Funktsionuvannia orhanizatsiino-ekonomichnoho mekhanizmu innovatsiinoho protsesu [Functioning of organizational and economic mechanism of innovation process]. *Strategichni prioriteti*, 1(6), 89–95. (in Ukrainian)
7. Rogoza, M.Ye. & Vergal, K.Yu. (2011). Stratehichniy innovatsiinyi rozvytok pidpriemstv: modeli ta mekhanizmy [Strategic innovative development of enterprises: models and mechanisms]. Poltava: RVV PUET. (in Ukrainian)
8. Tolstova, A.V. & Ognenna, H.V. (2016). Teoretychni aspekty formuvannia mekhanizmu innovatsiinoho rozvytku promyslovoho pidpriemstva [Theoretical aspects of formation of the mechanism of innovative development of the industrial enterprise]. *Scientific Bulletin of the International Humanities University*, 21, 106–110. (in Ukrainian)
9. Voytko, S.V. (2019). Upravlinnia proektamy ta startapamy v Industrii 4.0 [Implementation of the use of blockchain technologies in the energy sector]. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. (in Ukrainian)
10. Růßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P. & Waldner, M. (2015). Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group. April, 20 p.
11. Industry 4.0 – what is it and why is it in Ukraine. Association of Entrepreneurs of Industrial Automation of Ukraine. Available at: <https://appau.org.ua/publications/industriya-4-0-shho-tse-take-ta-navishho-tse-ukrayini/>
12. Timchenko, O. & Lir, V. (2018). Tsyfrovyi monitorynh yak mekhanizm formuvannia enerhetychnoho balansu natsionalnoho hospodarstva [Digital monitoring as a mechanism for forming the energy balance of the national economy]. *Shid. Ekonomichni nauky*, 1(153), 23–29. (in Ukrainian)
13. Hiteva, R. & Foxon, T.J. (2020). Beware the value gap: Creating value for users and for the system through innovation in digital energy services business models. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120525. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120525
14. Xuefeng Li & Dalai Ma (2021). Financial agglomeration, technological innovation, and green total factor energy efficiency. *Alexandria Engineering Journal*, 60(4), 4085–4095.
15. Adebayo, T.S., Adesola I., Oyebanji, M. & Osemeahon, O.S. (2021). Do Technological Innovation and Renewable Energy Consumption in Japan Important for Consumption-based Carbon Emissions? *Pollution*, 7(2), 275–291.

16. Liang Li, Hajar Msaad, Huaping Sun, Mei Xuen Tan, Yeqing Lu & Antonio K.W. Lau (2020). Green Innovation and Business Sustainability: New Evidence from Energy Intensive Industry in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 7826. doi: 10.3390/ijerph17217826
17. Elia, A., Kamidelivand, M., Rogan, F. & O' Gallachoir, B.O. (2021). Impacts of innovation on renewable energy technology cost reductions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138. doi: 10.1016/j.rser.2020.110488
18. Scharl, S. & Praktiknjo, A. (2019). The Role of a Digital Industry 4.0 in a Renewable Energy System. *International Journal of Energy Research*, 43(8), 3891–3904.
19. Medykovskiy, M.O., Tsmots, I.G., Skorohoda, O.V. & Tsymbal, Yu.V. (2015). Intelektualni komponenty enerhetychnykh system na osnovi kontseptsii Smart Grid [Intelligent components of energy systems based on the Smart Grid concept]. *Energetyka: ekonomika, technologii, ekologiia*, 4, 25–29. (in Ukrainian)
20. Chasin, F., Paukstadt, U., Gollhardt, T. & Becker, J. (2020) Smart energy driven business model innovation: An analysis of existing business models and implications for business model change in the energy sector. *Journal of Cleaner Production*, vol. 269, 122083. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122083
21. Segeda, I.V., Lokotarev, Ye.O. & Shapoval, V.O. (2019). Realizatsiia vykorystannia blokchein-tekhnologii u enerhetychnomu sektori [Implementation of the use of blockchain technologies in the energy sector]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriia: Ekonomika i upravlinnia*, 30(69), 4, 160–165. (in Ukrainian)
22. Borowski, P.F. (2021). Digitization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector. *Energies* 2021, 14, 1885. doi: 10.3390/en14071885
23. Popp, D. (2020). Promoting Clean Energy Innovation at the State and Local Level. *Agricultural and Resource Economics Review*, 49(2), 360–373.
24. Adebayo, T.S., Genç, S.Y., Castanho, R.A. & Kirikkaleli, D. (2021). Do Public-Private Partnership Investment in Energy and Technological Innovation Matter for Environmental Sustainability in the East Asia and Pacific Region? An Application of a Frequency Domain Causality Test. *Sustainability* 2021, 13, 3039. doi: 10.3390/su13063039
25. Chen, M.Z., Sinha, A., Hu, K.X. & Shah, M.I. (2020). Impact of technological innovation on energy efficiency in industry 4.0 era: Moderation of shadow economy in sustainable development. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 164, 120521. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120521