



DOI: [10.58423/2786-6742/2025-11-25-43](https://doi.org/10.58423/2786-6742/2025-11-25-43)

УДК 338.24:621.31

Олександр БИКОНЯ

кандидат економічних наук,
старший науковий співробітник відділу торговельної та промислової політики
Державної установи “Інститут економіки та прогнозування
Національна академія наук України”,
м. Київ, Україна

ORCID ID: [0000-0002-5309-7032](https://orcid.org/0000-0002-5309-7032)

Scopus Author ID: [59136461300](https://orcid.org/59136461300)

Наталія РОМАНОВСЬКА

кандидат економічних наук, доцент,
науковий співробітник відділу торговельної та промислової політики
Державної установи “Інститут економіки та прогнозування
Національна академія наук України”,
м. Київ, Україна

ORCID ID: [0000-0002-1377-7551](https://orcid.org/0000-0002-1377-7551)

Scopus Author ID: [57871566800](https://orcid.org/57871566800)

e-mail: romnatalina@gmail.com

(Corresponding author)

МОДЕЛЬ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНИХ РОЗРОБОК У СФЕРІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАЦІЇ З БІОГАЗУ

Анотація. У статті розглянуто сучасні тенденції розвитку біоенергетики у світі та Україні, а також обґрунтовано необхідність створення моделі комерціалізації вітчизняних розробок у сфері електрогенерації з біогазу. Проаналізовано нормативно-правову базу розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні та наведено статистичні дані щодо потужностей біогазових установок в Україні, динаміки утворення та видалення побутових відходів, що можуть стати перспективною сировиною для виробництва біогазу. Особливу увагу приділено потенціалу переробки твердих побутових відходів як джерела енергетичних ресурсів, що має значний соціально-екологічний ефект. Проаналізовано динаміку світової торгівлі електрогенераторними установками, а також зовнішньоекономічні показники України у цій галузі. Виявлено зростаючу імпортозалежність вітчизняного енергетичного машинобудування, зниження обсягів виробництва та необхідність у відновленні промислового потенціалу.

Запропоновано модель комерціалізації вітчизняних розробок у сфері електрогенерації з біогазу, яка охоплює сім взаємопов'язаних блоків: науково-дослідний, інституційний, фінансовий, виробничий, маркетинговий, комерційний та кадровий. Модель передбачає синергію держави, науки та бізнесу.. Очікується, що реалізація моделі забезпечить зниження імпортозалежності галузі на 25–30%, зростання внутрішнього виробництва, розвиток інноваційного експорту, створення нових робочих місць та зменшення викидів метану й CO₂.



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Доведено, що комерціалізація українських технологій у біоенергетиці має мультиплікативний ефект для економіки, забезпечуючи технологічний суверенітет, енергетичну незалежність і сталий розвиток країни. Для реалізації моделі запропоновано низку інституційних та фінансових механізмів: створення державного фонду комерціалізації енергетичних технологій, впровадження інноваційних ваучерів, формування біоенергетичних кластерів, участь у програмах ЄС та залучення підтримки ЄБРР і Світового банку. Запропонована модель комерціалізації є комплексним інструментом інноваційної політики держави, спрямованим на розвиток біоенергетичної індустрії, підвищення конкурентоспроможності українського машинобудування та забезпечення енергетичної стійкості України в умовах глобальних викликів.

Ключові слова: модель, комерціалізація технологій, машинобудування, відновлювані джерела енергії, низьковуглецева економіка, енергоефективність, науково-технічний потенціал, високі технології

JEL Classification: L52, O14, O30

Absztrakt. A cikk megvizsgálja a bioenergia fejlődésének jelenlegi irányzatait a világban és Ukrajnában, valamint alátámasztja a hazai fejlesztések kereskedelmi hasznosításának modelljének létrehozásának szükségességét a biogázból előállított elektromos energia területén. A cikk elemzi a jogi keretet a megújuló energiaforrások fejlesztésének Ukrajnában és statisztikai adatokat ad a biogázüzemek teljesítményéről Ukrajnában, a háztartási hulladékok keletkezésének és ártalmatlanításának dinamikájáról, amelyek ígéretes nyersanyagokká válhatnak a biogáz előállításához. Különös figyelmet fordít a szilárd háztartási hulladékok feldolgozásának lehetőségeire mint energiaforrásra, amelynek jelentős társadalmi és ökológiai hatása van. A cikk elemzi a világkereskedelemben az áramfejlesztő berendezésekkel kapcsolatos dinamikát, valamint Ukrajna külgazdasági mutatóit ebben az ágazatban. Megállapításra került a hazai energetikai gépgyártás növekvő importfüggőség, a termelési volumen csökkenését és az ipari potenciál helyreállításának szükségességét.

Javasolt a hazai fejlesztések kereskedelmi hasznosításának modellje használata a biogázból történő áramtermelés területén, amely hét egymással összefüggő blokkot foglal magában: tudományos-kutatási, intézményi, pénzügyi, gyártási, marketing, kereskedelmi és személyzeti. A modell a állam, a tudomány és az üzleti szféra szinergiáját irányozza elő. A modell megvalósítása várhatóan 25–30%-kal csökkenti az ágazat importfüggőségét, növeli a belföldi termelést, fejleszti az innovatív exportot, új munkahelyeket teremt és csökkenti a metán- és CO₂-kibocsátást.

Bizonyítást nyert, hogy az ukrán technológiák kereskedelmi hasznosítása a bioenergia területén multiplikátor hatással van a gazdaságra, biztosítva a technológiai szuverenitást, az energiafüggetlenséget és az ország fenntartható fejlődését. A modell megvalósításához számos intézményi és pénzügyi mechanizmust javasolt: állami alap létrehozása az energetikai technológiák kereskedelmi forgalomba hozatalára, innovációs utalványok bevezetése, bioenergia-klaszterek kialakítása, részvétel az EU programjaiban, valamint az EBRD és a Világbank támogatásának bevonása. A javasolt kereskedelmi modell az állam innovációs politikájának komplex eszköze, amelynek célja a bioenergia-ipar fejlesztése, az ukrán gépgyártás versenyképességének növelése és Ukrajna energiaellátásának fenntarthatóságának biztosítása a globális kihívások közepette.

Kulcsszavak: modell, technológiák kereskedelmi hasznosítása, gépgyártás, megújuló energiaforrások, alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság, energiahatékonyság, tudományos és műszaki potenciál, csúcstechnológia.

Abstract. This article examines current trends in the development of bioenergy worldwide and in Ukraine, and substantiates the need to develop a model for the commercialization of domestic solutions in the field of biogas-based power generation. The regulatory and legal framework for the development of renewable energy sources in Ukraine is analyzed, and statistical data are presented on



the capacities of biogas installations in Ukraine as well as on the dynamics of generation and disposal of municipal solid waste (MSW) that could serve as a promising feedstock for biogas production. Special attention is paid to the potential for processing municipal solid waste as a source of energy resources, which has a significant socio-environmental impact.

The dynamics of global trade in power-generation equipment and Ukraine's foreign-economic indicators in this sector are analyzed. A growing import dependence of the domestic energy-machinery manufacturing sector, declining production volumes, and the need to restore industrial capacity have been identified.

A commercialization model for domestic developments in biogas power generation is proposed, comprising seven interrelated components: research and development (R&D), institutional, financial, production, marketing, commercial, and human-resources. The model provides for synergy among the state, academia and business. Implementation of the model is expected to reduce the sector's import dependence by 25–30%, increase domestic production, stimulate innovative exports, create new jobs, and reduce methane and CO₂ emissions.

The analysis demonstrates that commercialization of Ukrainian bioenergy technologies generates a multiplier effect on the economy, ensuring technological sovereignty, energy independence and sustainable development of the country. To implement the model, a set of institutional and financial mechanisms is proposed, including the creation of a state fund for commercialization of energy technologies, the introduction of innovation vouchers, the establishment of bioenergy clusters, participation in EU programmes and the mobilization of support from the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) and the World Bank.

The proposed commercialization model represents a comprehensive instrument of state innovation policy aimed at fostering the bioenergy industry, enhancing the competitiveness of Ukrainian energy-equipment manufacturing, and strengthening Ukraine's energy resilience in the face of global challenges.

Keywords: model, commercialization of technologies; manufacturing; renewable energy sources; low-carbon economy; energy efficiency; scientific and technical potential; advanced technologies.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток енергетичного сектору України визначається складною взаємодією між глобальними тенденціями декарбонізації, необхідністю забезпечення енергетичної безпеки держави та потребою в інноваційному оновленні виробничих технологій. У цих умовах особливого значення набувають наукові дослідження у сфері ефективного використання природного газу, біометану, синтетичних газів та технологій уловлювання і зниження викидів метану – напрямів, у яких має вагомий науково-технічний потенціал Інститут газу НАН України.

Національна економіка України, перебуваючи у процесі структурної трансформації та інтеграції до європейського енергетичного простору, стикається з подвійним викликом. З одного боку, це необхідність скорочення залежності від імпортних енергоносіїв, а з іншого – підвищення конкурентоспроможності власних технологій на внутрішньому та міжнародному ринках. Одним із найбільш перспективних напрямів є комерціалізація інноваційних розробок наукових установ, зокрема Інституту газу НАН України, які стосуються енергоефективних технологій спалювання, каталітичних процесів очищення газів, виробництва синтетичного палива, газифікації біомаси та технологій водневої енергетики.

Зростання інтересу до чистих і низьковуглецевих технологій у світі формує нову структуру попиту на наукові продукти і прикладні рішення. Розвинені країни активно впроваджують механізми підтримки наукових розробок через венчурне фінансування, технологічні хаби, енергетичні кластери та державно-приватне партнерство. Для України актуальним є аналіз тенденцій національного і світового ринків у сфері газових технологій, що дозволить визначити, які саме наукові продукти Інституту газу мають найвищий потенціал комерціалізації.

Особливу увагу слід приділити технологіям термічної та каталітичної утилізації відходів, очищення димових газів, виробництва біометану та водню з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Саме ці напрями відповідають стратегічним пріоритетам Європейського Союзу, відображеним у програмах *European Green Deal*, *REPowerEU* та *Fit for 55*. У глобальному контексті ринок газових технологій демонструє тенденцію до диверсифікації – від традиційних систем переробки вуглеводнів до комплексних екологічно збалансованих енергетичних ланцюгів.

У цьому контексті виникає потреба в аналітичному дослідженні сучасних тенденцій розвитку ринків, які безпосередньо чи опосередковано впливають на можливості комерціалізації результатів наукових досліджень Інституту газу НАН України. Таке дослідження дозволить не лише виявити потенційні ніші для просування інноваційних продуктів, а й визначити механізми їх ефективної інтеграції у виробничі ланцюги енергетичного сектору як України, так і світу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток біоенергетики як складової відновлюваної енергетики привертає значну увагу науковців у контексті глобального переходу до низьковуглецевої економіки та підвищення енергетичної безпеки держав. У наукових працях вітчизняних і зарубіжних дослідників розглянуто широкий спектр питань, пов'язаних із техніко-економічними аспектами виробництва біогазу, його очищенням та використанням у генерації електроенергії, а також із розробленням ефективних механізмів інтеграції біоенергетичних потужностей до енергосистем. Окрему увагу приділено формуванню інноваційної інфраструктури, питанням комерціалізації наукових розробок, розвитку енергетичного машинобудування та вдосконаленню державної політики у сфері ВДЕ. У праці В. Геєця [1] визначено методологічні засади формування профілю стратегічно важливих видів промислової діяльності та розглянуто стратегічні напрями розвитку української промисловості. Автор акцентує увагу, що забезпечення економічної стійкості та технологічної незалежності України потребує виокремлення ключових галузей, здатних стати драйверами структурного зростання в умовах глобальних викликів. Ця праця створює концептуальну основу для подальших досліджень у сфері енергетики, інвестицій та машинобудування.

Стаття В. Геєця, О. Кириленка, Б. Баска та Є. Базєєва [2] присвячена аналізу енергетичної стратегії України й наголошується на необхідності гармонізації національної енергетичної політики із реальними економічними



умовами, прогнозуванні динаміку енергоспоживання та визначенні напрямів модернізації енергетичного сектору. У праці зроблена акцент на невідкладності переходу до більш збалансованої моделі розвитку енергетики, що тісно пов'язана з екологічними та інноваційними аспектами промислової політики. У статті Г. В. Жука та К. М. Предуна [3] розглянуто сучасний стан та перспективи використання біогазу, отриманого з полігонів твердих побутових відходів, як альтернативного джерела енергії. Автори проаналізували екологічні переваги такої утилізації, її вплив на зниження викидів парникових газів, а також технічні можливості впровадження біогазових установок у системи енергопостачання українських населених пунктів. Особлива увага авторами приділена питанням енергетичної ефективності та екологічної безпеки цього процесу. У праці В. Венгера, О. Кушніренко, Н. Романовської та О. Биконі [4] розглянуто інвестиційні моделі у сфері виробництва біоетанолу. Автори доводять, що розвиток альтернативних джерел енергії є важливим чинником енергетичної безпеки держави, і пропонують оптимальні форми інвестиційного партнерства для реалізації таких проектів. Розглядаючи енергетичний сегмент більш конкретно, Г. Трипольська [5] аналізує перспективи розвитку галузі біометану до 2040 року. Авторка доводить, що державна підтримка у вигляді податкових стимулів, тарифного регулювання та фінансування інфраструктури може стати вирішальним чинником у формуванні ринку біометану в Україні. Її дослідження узгоджується з попередніми роботами, демонструючи практичну реалізацію стратегічних енергетичних орієнтирів.

Паралельно з розвитком енергетики, значну увагу вчені приділяють машинобудівному сектору як основі промислової модернізації. У статті І. Єпіфанової [6] машинобудування розглядається як стратегічна галузь, що потребує оновлення виробничих потужностей, інвестицій у науково-технічні розробки та ефективного державного регулювання. Автори У. Письменна та О. Биконя [7] дослідили розвиток енергомашинобудування у контексті переходу до відновлюваних джерел енергії й показали, як інтеграція екотехнологій та інноваційних розробок може стати поштовхом до підвищення конкурентоспроможності галузі. І. Космідайла та В. Маркова [8] у праці обґрунтовують структурні трансформації та стратегічні імперативи розвитку машинобудівного комплексу й доводять, що лише через модернізацію, цифровізацію та створення нових виробничих кластерів можливе відновлення конкурентного потенціалу українського машинобудування. Питання ефективного управління та маркетингового забезпечення безпеки галузі висвітлено у статті Н. Кузьминчук і О. Литовченко [9], які запропонували структурно-функціональну модель маркетингової політики, спрямовану на зміцнення економічної стабільності підприємств, що особливо важливо в умовах кризових коливань ринку. Практичні аспекти стану машинобудівних підприємств дослідили А. Целікова та Є. Місько [10], які окреслили основні проблеми галузі: технологічне відставання, низький рівень інноваційності та

нестачу фінансових ресурсів. У своїй роботі вони запропонували шляхи реформування галузі через модернізацію виробництва та інтеграцію до європейських технологічних систем.

У контексті управління розвитком галузі цінним є дослідження Р. Щура та Д. Ткачука [11], які розглянули роль публічного управління в умовах економічної нестабільності. Автори підкреслили важливість державних механізмів координації, моніторингу та антикризової підтримки машинобудівного комплексу. У статті О. Іляш, Л. Смоляр, М. Дученко та І. Джадана [12] узагальнено стратегічні пріоритети державної політики промислово-технологічного розвитку. Автори запропонували концепцію державного стимулювання інновацій на основі маркетингових інструментів, що має забезпечити технологічну модернізацію, економічну безпеку та сталий розвиток національної економіки. Дослідники В. Венгер, О. Кушніренко [13] підкреслюють, що роль держави полягає у створенні прозорих правил гри, визначенні стратегічних пріоритетів і гарантуванні стабільності інвестиційного середовища. У той же час приватний сектор забезпечує технологічні інновації, ефективність управління та довгострокове фінансування. Такий симбіоз, за В. Венгером і О. Кушніренком, є фундаментом для сталого розвитку інвестиційної системи, особливо у сферах енергетики, машинобудування та інфраструктури.

Усі розглянуті праці утворюють цілісну систему знань про стратегічні орієнтири розвитку української промисловості. Вони поєднують енергетичні, інвестиційні, управлінські та інноваційні аспекти, пропонуючи комплексне бачення модернізації промислової політики України на перспективу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Стрімкий розвиток технологій ВДЕ, зобов'язання України стосовно імплементації директив та регламентів в рамках Угоди про асоціацію та членство в Енергетичному Співтоваристві, проблеми енергетичного забезпечення в країні створюють передумови для пошуку рішень стосовно подальшого збільшення використання альтернативних джерел енергії. Відповідно виникає потреба у пошуку рішень стосовно розвитку виробництва та використання біогазу для генерації електричної енергії. Тому доцільним є визначення перспектив та можливостей комерціалізації вітчизняних наукових розробок для вирішення питання енергозабезпечення України за рахунок використання біогазу в якості пального.

Формулювання цілей статті. Метою статті є визначення можливостей комерціалізації наукових розробок НАН України у сфері електрогенерації з біогазу та розроблення моделі, що сприятиме інтеграції інноваційних технологій у національний енергетичний сектор.

Виклад основного матеріалу дослідження. У світі спостерігаються тенденції стосовно розробки та широкого впровадження технологій для енергетичного сектору. У провідних країнах світу відбувається перехід до низьковуглецевої економіки, створюються умови для використання



альтернативних джерел енергії [14]. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства відновлювані джерела енергії набувають все більшого значення та будуть відігравати вирішальну роль при переході до чистої та низьковуглецевої енергетики. Використання ВДЕ для виробництва теплової та електричної енергії є одним із важливих факторів у вирішенні питання стосовно зміни клімату. Так у 2023 році відбулося рекордне зростання потужностей ВДЕ для виробництва електричної енергії. Річне збільшення таких потужностей становило близько 560 ГВт. У світі біоенергетика є найбільшим джерелом відновлюваної енергії. Так у 2023 році її частка становила більше 50% використання у світі. Значну роль у подальшому збільшенні використання ВДЕ є розробка та впровадження стратегічних документів стосовно розвитку енергетичного сектору. У 2022 році в Європейському Союзі, США та КНР прийняті ключові рішення, що сприяють прискореному розвитку виробництва електричної енергії на основі ВДЕ у найближчі роки [15].

В аналітичних документах Міжнародного енергетичного агентства значено, що використання біогазу (біометану) поступово збільшує темпи зростання. Це підтримується відповідною політикою в енергетичному секторі та розвитком низьковуглецевої енергетики в ЄС та США. Так у зазначених країнах промислові та комунальні підприємства укладають довгострокові контракти на використання біогазу для досягнення цілей щодо скорочення викидів вуглекислого газу. Проте розширення світового використання біогазу для енергозабезпечення не відповідає сценарію Міжнародного енергетичного агентства щодо нульових викидів до 2050 року (Net Zero Emissions by 2050 Scenario). За даним сценарієм зростання виробництва біогазу повинно зрости в 3,7 раза до 20230 року [16].

Передбачається, що до 2030 року біоенергетика дозволить задовільними до 6% потреб промисловості, транспорту та комунальних господарств в енергії. Очікується, що попит на біопаливо буде рости в усіх регіонах. Дві третини зростання буде припадати на КНР, Бразилію, ЄС, Індію та США [17]. До 2030 року збільшення потужностей для біоенергетики та інших ВДЕ досягне приблизно 12 ГВт щорічно [16]. Тому вирішення даного питання потребує розробки та впровадження більш дієвих механізмів стимулювання виробництва біогазу у світі.

Передумови використання біогазу (біометану) в Україні. Інституційною основою подальшого розвитку ВДЕ є Енергетичної стратегії України на період до 2050 року, що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 квіт. 2023 р. № 373-р [18], Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року, що схвалений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 черв. 2024 р. № 587-р [19], Національний плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та план заходів з його виконання, що затверджені розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 серпня 2024 р. № 761-р [20].

Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та план заходів з його виконання передбачає інтенсивний розвиток генерації електричної енергії з використанням біогазу. Слід зазначити, що на початок 2024 року вже функціонували 68 установок, які виробляли енергію з біогазу. Електрична потужність яких становила 135 МВт. Відповідно до Національного плану очікується, що встановлена потужність для отримання енергії з біогазу буде становити 401 МВт у 2030 році, що майже в 4 рази більше ніж у 2020 році. Також обсяг валового споживання енергії отриманого з біогазу буде становити 1664 ГВт•год у 2030 році, що приблизно в 3,5 разів більше ніж у 2020 році. Також зазначено, що перспективним напрямом розвитку біогазових технологій пов'язані з виробництвом біогазу з побутових відходів. В Україні утворюється близько 10 млн. тонн щороку. Існує значний потенціал для виробництва біогазу за даним напрямом, оскільки є майже 5,5 тис. звалищ та полігонів побутових відходів в Україні. Так у Вінницькій області є 741, Полтавській - 675, Чернігівській - 659 звалищ та полігонів [20]. В даному контексті слід звернути увагу на накопичення побутових відходів. На рисунку 1 представлено динаміку утворення та видалення побутових та подібних відходів (ППВ) в Україні у 2011-2020 роках. Загальний обсяг зібраних ППВ упродовж періоду зазнавав коливань: після зростання з 10,4 млн т у 2011 році до максимального значення 14,5 млн т у 2013 році, показник різко знизився у 2014 році до 10,7 млн т. Надалі обсяги зібраних відходів стабілізувалися на рівні 11–12 млн т із тенденцією до незначного зростання до 12,6 млн т у 2020 році. Кількість видалених відходів у цей період залишалася нижчою за обсяги зібраних, демонструючи поступову тенденцію до збільшення після спаду 2014 року (з 9,5 млн т у 2013 році до 5,9 млн т у 2014 році). У 2020 році цей показник становив 7,5 млн т [21].

Технічний і економічний потенціал, досвід європейських країн, виклики та можливості для розвитку біогазових та біометанових потужностей висвітлено з працях вітчизняних вчених [3, 22]. Також акцентовано увагу на технологічних рішеннях та організацію комплексів переробки органічних відходів під час воєнного стану, для підтримки автономної генерації електроенергії [23]. Дані матеріали свідчать про наявність вітчизняних розробок у цій сфері та потенціал виробництва біогазу з різних джерел, в тому числі із звалищ та полігонів.

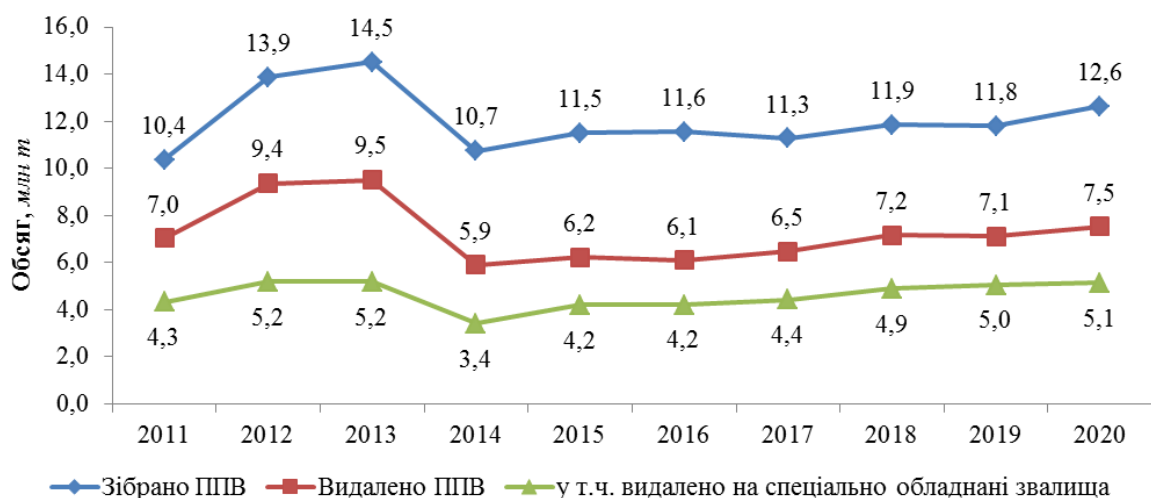


Рис. 1. Збір та видалення ППВ у 2011-2020 рр.

* Сформовано авторами за джерелами [21]

Враховуючи вищезазначені розпорядження Кабінету Міністрів України, слід зазначити, що при запланованому збільшенні використання ВДЕ та збільшення їх частки у структурі енергетичного балансу країн необхідно впровадити технологічні рішення для підвищення рівня диспетчеризації та інтеграції електростанцій, які використовують ВДЕ, до Об'єднаної енергетичної системи України. Дану проблему можна вирішити за рахунок впровадження відповідних інформаційно-комунікаційних технологій в енергетичний сектор. Мова йде про реалізацію концепції “розумних електромереж” (Smart Grid). Дана концепція передбачає розробку та застосування високих технологій, що пов'язані з цифровізацією енергетичного сектору для вирішення питань подальшого розвитку енергетичного сектору. Побудова “розумних електромереж” передбачає широке використання різноманітних цифрових рішень для електроенергетики. Так розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 жовт. 2022 р. № 908-р було схвалено Концепцію впровадження “розумних мереж” в Україні [24]. У даному документі зазначено, що в національній галузі електроенергетики відбуваються значні зміни, деякі з них пов'язані із загрозою для надійності та безпеки функціонування енергетичної системи. Впровадження “розумних мереж” повинно сприяти розвитку електроенергетики України, підвищенню рівня функціонування електромереж та сприяти інтеграції ВДЕ і розподіленої генерації.

Слід зазначити, що генерації електроенергії з ВДЕ характеризується непрогнозованим графіком. Це в свою чергу створює проблеми для електроенергетичної галузі України. Розподілена генерація на основі відновлюваних джерел енергії може призводити до зміни напруги та інші технічні параметри, що пов'язані з електрозабезпеченням [24]. Тому дана Концепція і передбачає заходи стосовно інтеграції розподіленої генерації та

Об'єднаної енергетичної системи України. Впровадження “розумних мереж” сприяє поширенню розподілених генерацій та використанню ВДЕ.

Щодо можливостей розвитку енергетичного машинобудування в Україні в контексті використання біогазу для генерації електричної енергії, то згідно з даними Обсерваторії економічної складності [25], у 2023 році обсяги світової торгівлі електрогенераторними установками становили 26,7 млрд дол. США, що на 3,78% перевищує показник 2022 року (25,7 млрд дол. США). Упродовж останніх п'яти років цей сегмент демонстрував стабільне зростання із середньорічним темпом 2,23%.

Серед 1217 товарних категорій, представлених на світовому ринку у 2023 році, електрогенераторні установки займали 169-те місце за вартісним обсягом торгівлі, що становить 0,12% від загальносвітового товарообігу. Відповідно до індексу складності продукції (PCI), цей товар належить до середньо-складних виробів і посідає 458-му позицію серед 1044 категорій із показником PCI 0,29.

Щодо зовнішньоторговельної структури, провідними експортерами електрогенераторних установок у 2023 році стали Китай (8,6 млрд дол. США), Німеччина (2,94 млрд дол. США) та США (2,5 млрд дол.). Найбільшими імпортерами є США (2,31 млрд дол. США), Канада (1,34 млрд дол. США) та Велика Британія (1,3 млрд дол. США). Країнами з найбільшим профіцитом торговельного балансу у цій товарній групі були Китай (7,88 млрд дол.), Німеччина (2,18 млрд дол. США) та Данія (960 млн дол. США), тоді як найбільший дефіцит торговельного балансу зафіксовано у Канади (-1,23 млрд дол. США), Чилі (-704 млн дол. США) та України (-690 млн дол. США).

Передбачається, що світовий ринок біогазу буде зростати до 3032 року із середньорічним темпом зростання 4,46%. Так, у 2024 році обсяг світового ринку біогазу становив 133,61 млрд дол. США. Очікується, що він зросте у 2025 році обсяг становитиме 140,89 млрд дол. США, а у 2032 році буде становити 191,19 млрд дол. США. Країни Європи займали частку у 53,6% у 2024 році на світовому ринку біогазу. Також прогнозується, що у США ринок біогазу теж буде рости і у 2032 році становитиме 4,73 млрд дол. США. Вважається, що частка біогазу, який використовується для генерації електричної енергії становила 55,12% у 2024 році [26].

Передбачається, що у майбутньому значно збільшиться використання когенераційних установок для генерації електроенергії із біогазу. У 2024 році глобальний ринок когенераційного обладнання оцінювався у 30,1 млрд дол. США. Очікується, що сукупний середньорічний темп зростання (CAGR) становитиме 4,0% у період з 2025 по 2035 рр. Також прогнозується, що обсяги світового ринку когенераційного обладнання досягнуть 72,9 млрд дол. США до 2035 року. Таке зростання пов'язують з тим, що все більше підприємств шукають методи економії енергії та скорочення витрат. Когенераційні установки є альтернативою для різних галузей промисловості у вирішенні питань стосовно енергозабезпечення. Особливо це стосується виробництв, які знаходяться в

країнах де впроваджують більш жорсткі екологічні вимоги та зростають ціни на електроенергію [27].

Зовнішньої торгівля України товарами кодом УКТЗЕД 8502 “Електрогенераторні установки та обертові електричні перетворювачі” за 2015-2024 рр. відображена на рисунку 2. Динаміка зовнішньої торгівлі даними установками свідчить про значний їх імпорт, особливо починаючи з 2022 року. Це пов’язано зі складною ситуацією в якій опинилась національний енергетичний сектор. Тому спостерігається значна імпортозалежність та значний попит на продукцію енергетичного машинобудування.

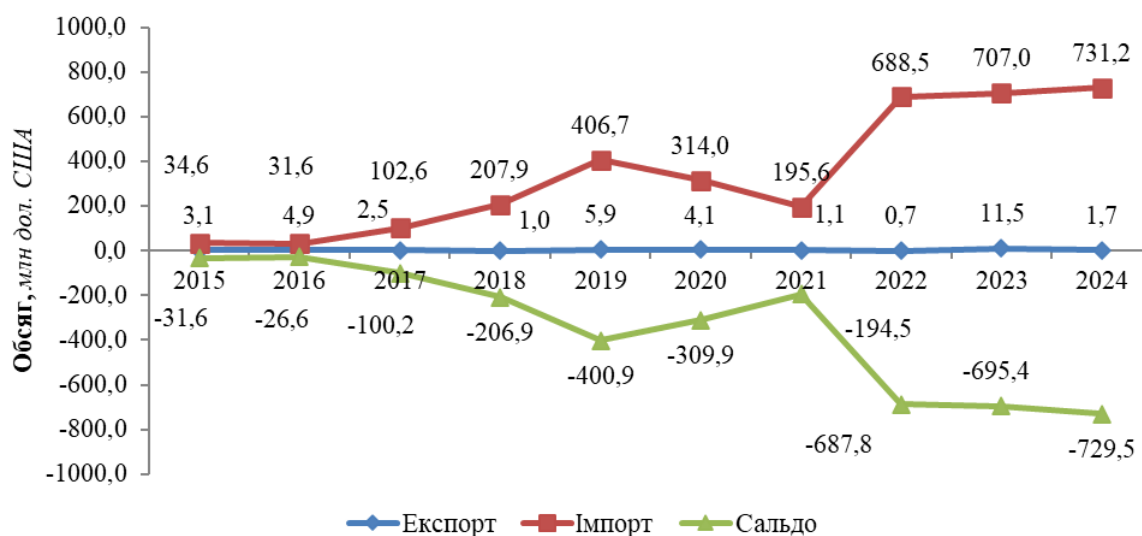
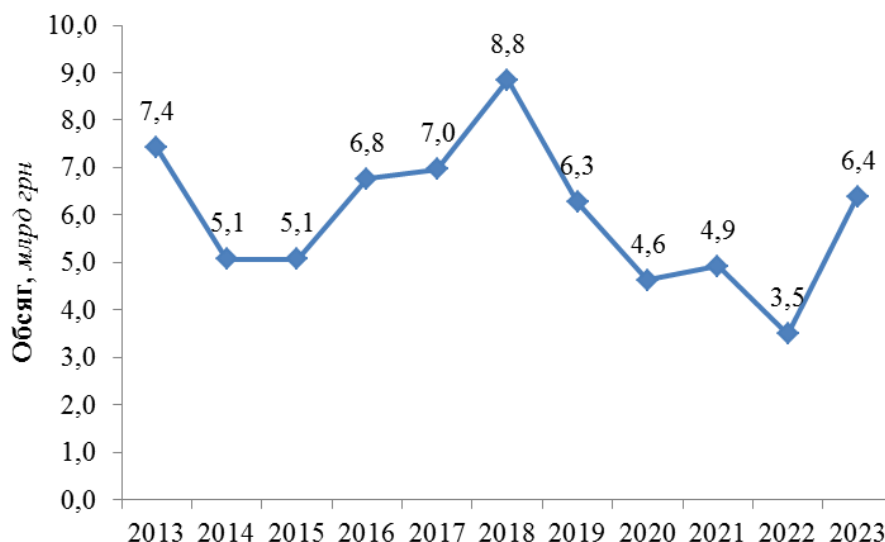


Рис. 2. Динаміка зовнішньої торгівлі України товаром за кодом 8502 “Електрогенераторні установки та обертові електричні перетворювачі” за 2015-2024 рр.

* Сформовано авторами за джерелами [28]

За даними Державної служби статистики України обсяг виготовленої продукції за кодом КВЕД 27.11 “Виробництво електродвигунів, генераторів і трансформаторів” з 2018 року зменшився майже у 1,4 рази [29], що відображено на рисунку 3. Динаміка зовнішньої торгівлі та обсягів виробництва продукції енергетичного машинобудування свідчить про значні проблеми розвитку вітчизняної галузі та зростаючу імпортозалежність.



**Рис. 3 Динаміка виробництва продукції за кодом КВЕД 27.11
“Виробництво електродвигунів, генераторів і трансформаторів”
у 2013-2023 рр.**

* Сформовано авторами за джерелами [29]

Проблеми, можливості та перспективи відновлення та розвитку вітчизняного машинобудування висвітлені у працях вітчизняних вчених [1; 2; 4; 6-13]. Тому є доцільність врахування наукових здобутків стосовно вирішення проблем галузі енергетичного машинобудування в Україні. Також враховувати розробки Інституту газу НАН України [30], що можуть допомогти впровадити технічні рішення для підготовки та очистки біогазу/біометану, який використовується при генерації електричної енергії. Тому виникає доцільність у розробці моделі комерціалізації розробок Інституту газу НАН України.

Україна має потужний науково-технічний потенціал у галузі відновлюваної енергетики. Інститути Національної академії наук України та ряд профільних кафедр технічних університетів розробили інноваційні рішення для ВДЕ. Проте рівень комерціалізації даних розробок залишається низьким. Тому виникає доцільність у розробці та запровадженні моделі комерціалізації вітчизняних розробок у сфері електрогенерації з біогазу. Основною метою моделі є створення інтегрованого ланцюга комерціалізації, який забезпечує рух інновації від лабораторії до споживача. Враховуючи наукові праці вітчизняних вчених [1-13], слід зазначити, що доцільно запропонувати модель яка включає сім взаємопов'язаних компонентів, а саме:

- Науково-дослідний компонент, що враховує підготовку технічної документації, прототипів, випробування технологій та доведення їх рівень технологічної готовності TRL (Technology Readiness Level) не нижче 7.

- Інституційний компонент, що передбачає створення центрів трансферу технологій і патентних офісів при університетах та в Національній академії наук України, що відповідають сучасним вимогам.

- Фінансовий компонент, що передбачає використання венчурних фондів, державних та міжнародних грантів, програми Horizon Europe, кредитування від ЄБРР.

- Виробничий компонент, що враховує можливості та перспективи локалізації виробництва основних вузлів (генераторів, двигунів, систем очищення).

- Маркетинговий компонент, що передбачає заходи стосовно промоції українських брендів, створення веб-платформ для електронного каталогу технологій, участь у міжнародних виставках тощо.

- Комерційний компонент, що враховує можливості формування бізнес-моделей (лізинг, сервісні контракти), залучення приватних інвесторів, а також враховує перспективи застосування моделі довгострокових договорів купівлі електроенергії (PPA, Power Purchase Agreement).

- Компонент, що стосується питань підготовка технічних спеціалістів, інженерів, менеджерів у сфері енергетики та енергоефективності.

Дана модель повинна базуватися на принципі трикратної вигоди ("4 helix"), що передбачає тісну взаємодію чотирьох ключових секторів: держави, науково-дослідних установ, бізнесу та громадянського суспільства, що спрямована на стимулювання інновацій та технологічного прогресу. Така модель дозволяє ефективно координувати фінансування, дослідження і комерціалізацію нових енергетичних і машинобудівних технологій, забезпечуючи інтеграцію наукових розробок у промислове виробництво, підвищення конкурентоспроможності підприємств та формування сталого ринку високотехнологічного обладнання. Взаємодія всіх чотирьох «спіралей» сприяє не лише прискоренню впровадження інновацій, а й створенню сприятливого середовища для інвестицій, розвитку стартапів та залучення громадськості до оцінки й підтримки нових технологічних рішень.

Впровадження моделі комерціалізації українських технологій у сфері біогазової електрогенерації повинна дозволити досягненню економічного ефекту. Так для енергетичного сектору та галузі енергетичного машинобудування можливо досягти зменшення рівня імпортозалежності на 25-30%. За рахунок впровадження вітчизняних розробок та локалізації виробництва обладнання можна досягти збільшення внутрішнього виробництва, а при реалізації заходів Концепції "розумних мереж" впровадити високі технології до енергетичного сектору країни. При вирішенні питань розвитку енергетичного машинобудування у подальшому можливо і експорт обладнання для енергетичного сектору до різних країн світу. Для підприємств, що виробляють електроенергію з біомаси, впровадження вітчизняних розробок може дати можливість скоротити витрати біопалива (біогазу/біометану) та продовження терміну експлуатації обладнання. Соціальний ефект полягатиме у створенні нових робочих місць у галузі машинобудування та енергетичному секторі. Екологічний ефект полягає у можливості зменшення обсягів викидів метану та

CO₂, раціональному використанню органічних та побутових відходів, що сприятиме енергетичній безпеці територіальних громад.

Враховуючи вищезазначене, слід звернути увагу на те, що запропонована модель створює економічно сталий ланцюг “інновація – продукт – прибуток”, який забезпечує мультиплікативний вплив на національну економіку.

Для практичного втілення моделі необхідна комплексна політика державної підтримки інновацій та локалізація виробництва в галузі енергетичного машинобудування та енергетичного сектору. Відповідно необхідна реалізація заходів за наступними напрямками:

1. Нормативне забезпечення, що передбачатиме спрощення процедур сертифікації біогазового обладнання; оновлення Закону України “Про інноваційну діяльність”; використання механізму “інноваційного ваучера” для промислових підприємств.

2. Фінансова підтримка, що враховує створення державного фонду комерціалізації енергетичних технологій; компенсація частини вартості дослідних зразків; гранти для стартапів.

3. Інфраструктурні рішення, що передбачає формування кластерів “біоенергетика + машинобудування + агросектор”; відкриття демонстраційних полігонів і навчальних лабораторій.

4. Міжнародна інтеграція, яка передбачає участь у програмах ЄС (Наприклад, Horizon Europe); співпраця з ЄБРР та Світовим банком; сертифікація обладнання для ринку ЄС.

5. Освітньо-наукова підтримка, що включає підготовку кадрів у закладах вищої освіти за відповідними напрямками; популяризація наукових досягнень через виставки та форуми.

Реалізація зазначених заходів дозволить не лише розширити виробництво вітчизняних біоенергетичних установок, а й закласти основу для інноваційного експорту – від продажу обладнання до ліцензування технологій.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розвиток біоенергетичного напрямку є стратегічним чинником енергетичної безпеки України, а комерціалізація вітчизняних технологій у сфері електрогенерації з біогазу має значний потенціал для забезпечення технологічного суверенітету та економічного зростання.

Запропонована модель комерціалізації охоплює весь інноваційний цикл – від створення наукових розробок до їх виходу на ринок. Вона передбачає формування ефективних механізмів трансферу технологій між наукою та виробництвом, створення венчурно-інвестиційних інструментів фінансування дослідження і розробок (ДіР), стимулювання локалізації виробництва біоенергетичного обладнання в Україні, розвиток маркетингових та освітніх інституцій, здатних просувати національні інновації. В перспективі практична реалізація моделі може сприяти підвищенню рівня конкурентоспроможності українського енергетичного машинобудування, створенню стабільного ринку для вітчизняних біогазових технологій, зростанню обсягів інноваційної



продукції та експорту до різних країн світу, покращенню екологічного стану територіальних громад за рахунок раціонального використання відходів на звалищах і полігонах, створенню нових робочих місць і стимулювання регіонального розвитку.

Отже, комерціалізація вітчизняних розробок у сфері електрогенерації з біогазу є не лише техніко-економічним процесом, а й системним інструментом державної інноваційної політики. Її впровадження сприятиме становленню національної біоенергетичної індустрії, посиленню енергетичної незалежності країни та формуванню сталого розвитку економіки України в умовах глобальних викликів.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленні наукових підходів до формування ефективних механізмів комерціалізації вітчизняних біоенергетичних технологій та їх інтеграції в енергетичну систему України з урахуванням міжнародного досвіду та цифровізації галузі.

Джерела фінансування: наукова стаття підготовлена в рамках виконання науково-дослідної роботи за темою “Розробка методичних засад економічного обґрунтування інвестиційних науково-технічних проєктів НАН України”.

Список використаних джерел

1. Геєць В. Формування профілю стратегічно важливих видів промислової діяльності в Україні (погляд на перспективу). *Економіка України*, 2023. № 66, 09 (742). С. 3-29. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.09.003>
2. Геєць В. М., Кириленко О. В., Басок Б. І., Базєєв Є. Т. Енергетична стратегія: прогнози і реалії (огляд). *Nauka innov.* 2020. Т. 16, № 1. С. 3–15. DOI: <https://doi.org/10.15407/scin16.01.003>
3. Жук Г. В., Предун К. М. Екологічні аспекти використання біогазів полігонів твердих побутових відходів для потреб енергопостачання населених пунктів України. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання : наук.-техн. зб. Київ : КНУБА, 2018. Вип. 26. С. 69–74. DOI: <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2018.26.69-74>
4. Венгер В., Кушніренко О., Романовська Н., Биконя О. Інвестиційні проєкти у сфері виробництва біоетанолу: вибір оптимальної моделі. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2025. № 1(15). С. 416-429. DOI: <https://doi.org/10.32750/2025-0137>
5. Трипольська Г. С. Перспективи державної підтримки розвитку галузі біометану в Україні до 2040 року. *Економіка і прогнозування*. 2021. № 2. С. 128–142. DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2021.02.128>
6. Спіфанова І. М. Машинобудування як стратегічна галузь країни: проблеми, стратегії вирішення. *Економіка. Фінанси. Право*. 2023. № 12. С. 20-25.
7. Письменна У. Є., Биконя О. С. Розвиток енергомашинобудування у напрямі реалізації потенціалу відновлюваної енергетики та сталого розвитку. *Економіка і прогнозування*. 2018. № 4. С. 116–128. DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2018.04.116>
8. Космідайло І., Марков В. Структурні трансформації та стратегічні імперативи розвитку машинобудівного комплексу України. *Підприємництво та інновації*, 2025. № 36. С. 99-105. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/36.16>
9. Кузьминчук Н., Литовченко О. Структурно-функціональне моделювання маркетингової політики забезпечення економічної безпеки машинобудування. *Економічний простір*. 2024. № 190. С. 174–181. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-32>



10. Целікова А. С., Місько Є. М. Сучасний стан та проблеми розвитку машинобудівних підприємств України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 2. С. 228–235. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-39>
11. Щур Р. І., Ткачук, Д. Ю. Публічне управління розвитком машинобудівного комплексу України в умовах економічної нестабільності. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2024. № 2(20). С. 112–119. DOI: <https://doi.org/10.15330/apred.2.20.112-119>
12. Іляш О. І., Смоляр Л. Г., Дученко М. М., Джадан І. М. Стратегічні пріоритети державної політики стимулювання промислово-технологічного розвитку національної економіки України на засадах маркетингу в цілях забезпечення економічної безпеки. *Проблеми економіки*. 2022. № 1. С. 41–50. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-1-41-50>
13. Венгер В. В., Кушніренко О. М. Формування моделі публічно-приватного партнерства як основи інвестиційної політики України. *Економічний вісник Донбасу*. 2025. № 1. С. 86-94. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2025-1\(79\)-86-94](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2025-1(79)-86-94)
14. International Energy Agency. (2024). World Energy Outlook 2024. Paris: IEA. 398p. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024> (дата звернення: 15.09.2025)
15. International Energy Agency. (2025). Renewables. Paris: IEA. 238 p. URL: <https://www.iea.org/energy-system/renewables> (дата звернення: 15.09.2025)
16. International Energy Agency. (2024). Renewables 2024. Analysis and forecasts to 2030. Paris: IEA. 177p. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2024> (дата звернення: 15.09.2025)
17. International Energy Agency. (2025). Bioenergy. IEA. URL: <https://www.iea.org/energy-system/renewables/bioenergy> (дата звернення: 15.09.2025)
18. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 квіт. 2023 р. № 373-р. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
19. Про схвалення Національного плану з енергетики та клімату на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 черв. 2024 р. № 587-р. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/587-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
20. Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання: розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 серпня 2024 р. № 761-р. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
21. Поводження з побутовими та подібними відходами за 2011-2020 роки. *Державна служба статистики України*. URL: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.09.2025)
22. Жук Г. В. Використання біогазу та біометану в Україні (2020). Доповідь Інституту газу НАН України. *Офіційний сайт Національного інституту стратегічних досліджень*. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-01/dopovid_zhuk_17_12_2019.pdf (дата звернення: 15.09.2025)
23. Комплекси утилізації органічних відходів як елемент розподіленої генерації у воєнний час / Жук Г. В., Крушневич С. П., Вербовський В. С. та інші. *Офіційний сайт Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки*. URL: https://www.kdpu-nt.gov.ua/sites/default/files/work_files/prezentaciya_roboty_6.pdf (дата звернення: 15.09.2025)
24. Про схвалення Концепції впровадження “розумних мереж” в Україні до 2035 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 жовт. 2022 р. № 908-р. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
25. Electric Generating Sets. *The Observatory of Economic Complexity*. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/electric-generating-sets> (дата звернення: 15.09.2025)



26. The global biogas market. *Fortune Business Insights*. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/biogas-market-100910> (дата звернення: 12.10.2025).
27. Cogeneration Equipment Market. *Transparency Market Research, Inc.* URL: <https://www.transparencymarketresearch.com/cogeneration-equipment-market.html#:~:text=Market%20Overview,cater%20rising%20distributed%20energy%20generation> (дата звернення: 12.10.2025).
28. Trade statistics for international business development. *International Trade Centre*. URL: <https://www.trademap.org/> (дата звернення: 15.09.2025)
29. Обсяг виробленої продукції (товарів, послуг) суб'єктів великого, середнього, малого та мікропідприємництва за видами економічної діяльності у 2013-2023 роках. *Державна служба статистики України*. URL: <https://ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 15.09.2025)
30. Річні звіти. *Інститут газу НАН України*. URL: <https://gas-inst.org.ua/richni-zvity/> <https://doi.org/10.18356/9789211068207c004> (дата звернення: 15.09.2025)

References

1. Heyets, V. (2023). Formation of the profile of strategically important industrial activity types in ukraine (an outlook). *Economy of Ukraine*, 66(9 (742), 3–29. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.09.003> [in Ukrainian].
2. Heiets, V. M., Kyrylenko, O. V., Basok, B. I., & Bazieiev, Ye. T. (2020). Energy strategy: forecasts and realities (review). *Nauka innov.*, 16(1), 3–15. <https://doi.org/10.15407/scin16.01.003> [in Ukrainian]
3. Zhuk, H. V., & Predun, K. M. (2018). Ecological aspects of the use of landfill biogas for the energy supply of settlements in Ukraine. *Ventilation, Lighting and Heat and Gas Supply*, (26), 69–74. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2018.26.69-74> [in Ukrainian]
4. Venger, V., Kushnirenko, O., Romanovska, N., & Bykonja, O. (2025). Investment projects in the bioethanol production: determining the optimum model. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*, 1(15), 416-429. <https://doi.org/10.32750/2025-0137> [in Ukrainian].
5. Trypolska, G. S. (2021). Prospects for state support of biomethane industry development in Ukraine until 2040. *Economy and Forecasting*, (2), 128–142. <https://doi.org/10.15407/eip2021.02.128> [in Ukrainian]
6. Yepifanova, I. M. (2023). Mechanical engineering as a strategic industry of the country: Problems and solution strategies. *Economics. Finance. Law*, 12, 20–25. [in Ukrainian]
7. Pysmenna, U. Ye., & Bykonja, O. S. (2018). Development of energy engineering in the direction of renewable energy and sustainable development. *Economy and Forecasting*, 4, 116–128. <https://doi.org/10.15407/eip2018.04.116> [in Ukrainian]
8. Kosmidailo, I., & Markov, V. (2025). Structural transformations and strategic imperatives of the development of the machinery building complex of Ukraine. *Entrepreneurship and Innovation*, (36), 99-105. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/36.16> [in Ukrainian]
9. Kuzmynchuk, N., & Lytovchenko, O. (2024). Structural and functional modeling of marketing policy to ensure economic security of mechanical engineering. *Economic space*, 190, 174–181. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-32> [in Ukrainian]
10. Tselikova, A., & Misko, Y. (2024). Public management of the development of the machine-building complex of Ukraine in conditions of economic instability. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, 9 (2), 228–235. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-39> [in Ukrainian]
11. Shchur, R. I., & Tkachuk, D. Y. (2024). Public management of the development of the machine-building complex of Ukraine in the conditions of economic instability. *The Actual Problems of Regional Economy Development*, 2(20), 112–119. <https://doi.org/10.15330/apred.2.20.112-119> [in Ukrainian]



12. Yilyash, O. Yi., Smolyar, L. H., Duchenko, M. M., & Dzhadan, Yi. M. (2022). Strategic priorities of the state policy of stimulating the industrial and technological development of the national economy of Ukraine on the principles of marketing in order to ensure economic security. *Economic problems*, 1, 41–50. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-1-41-50>. [in Ukrainian]
13. Venger, V., & Kushnirenko, O. (2025). Forming a Model of Public-Private Partnership as the Basis of Ukraine's Investment Policy. *ECONOMIC HERALD OF THE DONBAS*, (1(79), 86–94. [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2025-1\(79\)-86-94](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2025-1(79)-86-94) [in Ukrainian]
14. International Energy Agency. (2024). *World Energy Outlook 2024*. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
15. International Energy Agency. (2025). Renewables. <https://www.iea.org/energy-system/renewables>
16. International Energy Agency. (2024). Renewables 2024. *Analysis and forecasts to 2030*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>
17. International Energy Agency. (2025). Bioenergy. <https://www.iea.org/energy-system/renewables/bioenergy>
18. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2023, April 21). *On approval of the Energy Strategy of Ukraine until 2050 (Order No. 373-r)*. Official website of the Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> [in Ukrainian]
19. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024, June 25). *On approval of the National Energy and Climate Plan until 2030 (Order No. 587-r)*. Official website of the Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/587-2024-%D1%80#Text> [in Ukrainian]
20. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024, August 13). *On approval of the National Renewable Energy Action Plan until 2030 and the action plan for its implementation (Order No. 761-r)*. Official website of the Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text> [in Ukrainian]
21. State Statistics Service of Ukraine. (2025). *Management of municipal and similar waste for 2011–2020*. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. <https://ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian]
22. Zhuk, H. V. (2020). *Use of biogas and biomethane in Ukraine*. Report of the Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine. Official website of the National Institute for Strategic Studies. https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-01/dopovid_zhuk_17_12_2019.pdf [in Ukrainian]
23. Zhuk, H. V., Krushnevysh, S. P., Verbovskyi, V. S., et al. (2022). *Complexes for the utilization of organic waste as an element of distributed generation during wartime*. Official website of the Committee on State Prizes of Ukraine in the field of science and technology. https://www.kdpu-nt.gov.ua/sites/default/files/work_files/prezentaciya_roboty_6.pdf [in Ukrainian]
24. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2022, October 14). *On approval of the Concept for the implementation of “smart grids” in Ukraine until 2035 (Order No. 908-r)*. Official website of the Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2022-%D1%80#Text> [in Ukrainian]
25. The Observatory of Economic Complexity. (2025). *Electric Generating Sets*. <https://oec.world/en/profile/hs/electric-generating-sets>
26. Fortune Business Insights. (2025). *The global biogas market*. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/biogas-market-100910>
27. Transparency Market Research, Inc. (2025). *Cogeneration Equipment Market*. URL: <https://www.transparencymarketresearch.com/cogeneration-equipment-market.html#:~:text=Market%20Overview,cater%20rising%20distributed%20energy%20generati on>
28. International Trade Centre. (2025). *Trade statistics for international business development*. URL: <https://www.trademap.org/>



29. State Statistics Service of Ukraine. (2025). *Volume of manufactured products (goods, services) by large, medium, small, and micro enterprises by type of economic activity, 2013–2023*. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. <https://ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian]
30. Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine. (2025). *Annual reports*. <https://gas-inst.org.ua/richni-zvity/> <https://doi.org/10.18356/9789211068207c004> [in Ukrainian]

Отримано:	18.10.2025	Beérkezett:	2025.10.18	Received:	18.10.2025
Прийнято до друку:	21.11.2025	Elfogadva:	2025.11.21	Accepted:	21.11.2025
Опубліковано:	17.12.2025	Megjelent:	2025.12.17	Published:	17.12.2025