

DOI: [http://doi.org/10.31617/1.2025\(163\)06](http://doi.org/10.31617/1.2025(163)06)
УДК 620.925(477)=111



КІЛЬНИЦЬКА Олена

<https://orcid.org/0000-0001-9719-120X>

к. е. н., доцент,
доцент кафедри економіки,
підприємництва та туризму
Поліського національного університету
бульв. Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна
kilnyskaya.lena@gmail.com

ЯРЕМОВА Марина

<https://orcid.org/0000-0001-5636-3538>

к. е. н., доцент,
доцент кафедри економіки,
підприємництва та туризму
Поліського національного університету
бульв. Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна
yaremovam@ukr.net

СОКОЛОВА Алла

<https://orcid.org/0000-0003-0194-6706>

к. е. н., доцент, завідувач відділу аграрної
економіки, інформаційно-консультаційної
роботи та інноваційно-інвестиційного розвитку
Волинської державної сільськогосподарської
дослідної станції Інституту сільського
господарства Карпатського регіону НААН
України
бул. Шкільна, 2, селище Рокині, Луцький р-н,
Волинська обл., 45626, Україна
alla.skilva06@gmail.com

БІОРЕСУРСИ У ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Зростання волатильності світових цін на енергоносії зумовлює нові виклики для енергетичної безпеки країн, що залежать від імпорту. В Україні, яка перебуває під впливом зовнішніх загроз та внутрішніх інфраструктурних втрат внаслідок повномасштабного вторгнення росії, особливої актуальності набувають локальні енергетичні рішення. Розглянуто потенціал біоенергетики як ефективний інструмент диверсифікації джерел енергії, підвищення енергетичної стійкості регіонів та зменшення залежності від традиційних енергоносіїв. Гіпотезою дослідження є припущення, що глобальні цінові коливання стимулюють зростання економічної доцільності реалізації місцевих біоенергетичних проєктів за умов наявності стабільної ресурсної бази та

KILNITSKA Olena

<https://orcid.org/0000-0001-9719-120X>

PhD (Economics), Associate Professor, Associate
Professor of the Department of Economics,
Entrepreneurship and Tourism
Polissia National University
7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine
kilnyskaya.lena@gmail.com

YAREMOVA Maryna

<https://orcid.org/0000-0001-5636-3538>

PhD (Economics), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of
Economics, Entrepreneurship and Tourism
Polissia National University
7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine
yaremovam@ukr.net

SOKOLOVA Alla

<https://orcid.org/0000-0003-0194-6706>

PhD (Economics), Associate Professor,
Head of the Department of Agricultural Economics,
Information and Consulting Work and Innovation
and Investment Development, the Volynska State
Agricultural Research Station of the Institute
of Agriculture of Carpathian Region of the National
Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
2, Shkilna St., Rokyny village, Lutsk district,
Volyn region, 45626, Ukraine
alla.skilva06@gmail.com

BIORESOURCES IN THE TRANSFORMATION OF UKRAINE'S ENERGY SYSTEM

The growing volatility of global energy prices increases energy insecurity in importing countries, necessitating the development of adaptive strategies that consider local resource potential. In Ukraine, which is facing the consequences of war and partial destruction of its energy infrastructure, the development of bioenergy has become particularly relevant as an alternative path to strengthening energy security. The hypothesis of the research assumes that rising global prices for conventional energy carriers enhance the economic feasibility of local bioenergy projects, provided there is a sufficient resource base, regional support mechanisms, and effective tariff regulation. The research methodology is based on a combination of comparative analysis, expert



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії
[Creative Commons Attribution License 4.0. International License \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

помірного рівня інвестицій. Методологія дослідження базується на поєднанні порівняльного аналізу, експертного оцінювання, індикативного ранжування альтернативних джерел тепла за критеріями собівартості, теплотворної здатності, інвестиційних витрат, терміну окупності та рентабельності. У ході дослідження проаналізовано ситуацію Поліського регіону, зокрема Житомирської області, яка має сприятливі умови для використання біомаси деревного, аграрного та торф'яного походження. На основі узагальнення результатів дослідження встановлено, що тюкована солома та деревна тріска є найбільш збалансованими джерелами з погляду ефективності, доступності й тарифної конкурентоспроможності. Водночас виявлено інституційні бар'єри, зокрема недосконалість тарифного регулювання, які стримують впровадження відповідних проєктів. Результати дослідження можуть бути використані при формуванні регіональних стратегій енергетичної трансформації, залученні інвестицій у відновлювану енергетику та підтримці цілей декарбонізації економіки України.

Ключові слова: біоенергетика, коливання цін, біомаса, теплова енергія, інвестиційна доцільність, енергетична політика.

JEL Classification: E30, F29, Q42.

Вступ

Світові енергетичні ринки переживають періоди зростаючої нестабільності, які супроводжуються високою ціновою волатильністю, що впливає на міжнародну торгівлю енергоносіями та енергетичну безпеку держав, формуючи нові виклики для країн з високим рівнем імпортозалежності. В умовах зовнішньої нестабільності, особливо під час військової агресії росії проти України та часткового руйнування її енергетичної інфраструктури, виникає об'єктивна потреба у прийнятті адаптивних локальних рішень, спрямованих на зміцнення енергетичної самодостатності. Одним з таких рішень є переорієнтація на відновлювані джерела енергії, зокрема на біомасу, яка може стати реальним інструментом підвищення енергетичної стійкості регіонів.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю системного аналізу взаємозв'язку між глобальними коливаннями цін на енергоносії та прийняттям економічно обґрунтованих рішень у сфері біоенергетики. Попри численні ініціативи щодо розвитку відновлюваної енергетики, більшість наявних рішень в Україні залишаються реактивними, не спираються на глибоку економічну оцінку ефективності використання біомаси та не враховують ширший глобальний контекст. У той час як у країнах Європейського Союзу біоенергетика активно інтегрується в енергетичну політику, завдяки прогнозованим цілям та стабільним стимулам, в Україні домінують фрагментарні регіональні проєкти, що потребують стратегічного переосмислення в умовах глобального цінового тиску.

assessments, a cost-element approach to energy pricing, and indicative ranking of biofuel alternatives using techno-economic criteria: cost, calorific value, profitability, and payback period. Using the Polissia region as a case study, the paper evaluates the potential of wood-based, agricultural, and peat biomass. The findings reveal that baled straw and wood chips are the most balanced heat sources in terms of cost-effectiveness, availability, and supply stability. A technical and economic comparison of various energy sources is provided, and key barriers to scaling bioenergy solutions are identified. Particular attention is paid to limitations in the current tariff policy and investment incentives. The research results are relevant for shaping regional energy transition strategies, supporting investment initiatives in the renewable energy sector, and advancing national decarbonization goals. Bioenergy is therefore positioned as a critical component of Ukraine's pathway toward energy autonomy and sustainable economic development in the context of global energy price fluctuations.

Keywords: bioenergy, price volatility, biomass, thermal energy, investment feasibility, energy policy.

Наукові основи аналізу потенціалу біоенергетики та її ролі в енергетичному переході є предметом активних досліджень у низці наукових праць, зокрема *Scarlat et al. (2015)* завдяки міждисциплінарному підходу розглядають біоенергію як центральний компонент енергетичної трансформації ЄС. У вітчизняному дискурсі важливими напрацюваннями є дослідження Гелетухи та ін. (2023), а також Олійника (2024), які здійснили ґрунтовний аналіз потенціалу біомаси, бар'єрів її використання та економіки біопалива. Водночас недостатньо висвітленим залишається питання адаптації локальних енергетичних стратегій під впливом глобальних цінових коливань, з урахуванням техніко-економічних характеристик та інвестиційної привабливості альтернативних джерел енергії.

Метою статті є обґрунтування біоенергетичних рішень у контексті глобальних коливань світових цін на енергоносії. Дослідження зосереджене на аналізі впливу міжнародної цінової волатильності на прийняття локальних техніко-економічних рішень щодо використання біомаси як джерела теплової енергії. Особливий акцент зроблено на обґрунтуванні умов та перспектив впровадження біоенергетичних проєктів у регіонах України з наявною сировинною базою, зокрема на прикладі Полісся.

Гіпотезою дослідження є припущення, що коливання світових цін на традиційні енергоносії створюють передумови для підвищення привабливості біоенергетичних рішень на місцевому рівні, особливо за наявності стабільної ресурсної бази та помірних інвестиційних витрат на встановлення обладнання.

Методологічну основу дослідження становлять аналітичні та порівняльні методи, метод експертного оцінювання, елементний підхід до розрахунку вартості енергії, а також індикативне ранжування рішень за критеріями вартості, ефективності, терміну окупності та рентабельності. Інформаційну базу склали статистичні дані Державної служби статистики України, офіційні тарифи НКРЕКП, аналітичні звіти Біоенергетичної асоціації України, наукові публікації з міжнародної бази Scopus та техніко-економічні параметри реалізованих проєктів у Житомирській області. Обмеження дослідження зумовлені нестабільністю ринку енергоносіїв, відсутністю системного обліку агровідходів на місцевому рівні та складністю прогнозування змін у нормативно-тарифному середовищі.

Стаття складається з трьох основних розділів. У першому розглянуто динаміку глобальних ринків деревини, природного газу та їхній вплив на локальні рішення. У другому – проаналізовано ресурсний потенціал біомаси в Україні на прикладі Поліського регіону з урахуванням технічних можливостей, сировинної бази та діючих підприємств. У третьому розділі здійснено техніко-економічне порівняння джерел теплової енергії (деревна тріска, солома, гранули, природний газ, електроенергія) з оцінкою інвестиційної доцільності, тарифної ефективності та термінів окупності. На завершальному етапі зроблено узагальнення отриманих результатів та запропоновано рекомендації для формування місцевих політик підтримки біоенергетичних проєктів в умовах глобального енергетичного тиску.

1. Глобальні цінові коливання на ринку енергоносіїв

Світовий ринок енергоносіїв протягом останнього десятиліття характеризується підвищеною волатильністю, зумовленою впливом широкого спектра геополітичних, економічних, кліматичних і технологічних факторів. Процес формування цінової кон'юнктури відбувається під впливом складної взаємодії попиту та пропозиції, наявних інфраструктурних обмежень, а також регуляторної політики провідних учасників ринку. Додатковими детермінантами цінових коливань стали глобальні кризи останніх років, зокрема пандемія COVID-19, енергетичний шок, спричинений повномасштабною військовою агресією російської федерації проти України, а також санкційна політика ЄС та США, що суттєво вплинуло на трансформацію чинних механізмів ціноутворення. У цих умовах особливої ваги набуває аналіз динаміки світових цін на ключові енергоносії, а саме: природний газ, вугілля та нафту. Ідентифікація основних цінових трендів уможливорює виявлення критичних чинників впливу на локальні енергетичні стратегії, беручи до уваги рішення щодо розвитку відновлюваної енергетики, включаючи використання біомаси як альтернативного джерела теплової енергії.

1.1. Динаміка світових цін на ринку природного газу

З огляду на цілісну діагностику цінової ситуації на глобальному ринку енергоносіїв, важливим є аналіз кон'юнктури та котирувальних тенденцій на ринку природного газу, який залишається ключовим елементом світової теплоенергетичної архітектури. З метою забезпечення цілеспрямованості, комплексності та систематичності оцінювання використано інформаційно-аналітичні дані провідних біржових майданчиків, що виконують функцію глобальних індикаторів ціни на природний газ. До основних представників біржової інфраструктури, що формують орієнтири для цінового позиціонування на газ, належать:

- газовий хаб *Title Transfer Facility* (далі – *TTF*);
- Лондонська біржа *ICE (Intercontinental Exchange)*;
- Нью-Йоркська товарна біржа *NYMEX (New York Mercantile Exchange)*.

Кожен з зазначених суб'єктів ринкової інфраструктури здійснює торги у власній валюті та специфічних одиницях виміру природного газу (Мінфін, б. д.).

Один з найбільших газових хабів *TTF*, який розташований у Нідерландах, є ключовим європейським центром торгівлі, де ціни визначаються у вільноконвертованій валюті та вважаються індикатором формування вільних ринкових цін на газ у Європі, вимірюються у євро за мегават на годину (МВт·год). Відповідність між енергетичними й об'ємними показниками становить: $1 \text{ МВт} \cdot \text{год} = 95.31 \text{ м}^3 \text{ природного газу}$, або $1000 \text{ м}^3 = 10.49 \text{ МВт} \cdot \text{год}$. Лондонська біржа *ICE* як регуляторна платформа котирувань, де рівень біржових цін визначається у національній валюті Великобританії (*GB p/thm*), –

$1/100$ фунта стерлінгів за один Терм, це приблизно відповідає 2.7933 м^3 природного газу, або $1000 \text{ м}^3 \approx 358$ термів. Ф'ючерсна американська товарно-сировинна біржа *NYMEX* є індикатором ринкових цін на газ у Західній півкулі, де торгується природний газ у доларах США за *Henry Hub* – еталонний сорт газу у $\text{MMBtu} = 1 \text{ млн Btu} = 1000000 \text{ Btu} = 27.933 \text{ м}^3$. *Btu*, тобто англійською *British thermal unit* / Британська теплова одиниця (БТО), що становить 252 кал, або 1055 Дж. БТО – це необхідна кількість тепла, щоб підняти температуру 1 фунта води (маса води, що дорівнює 0.45359 кг) на 1° за шкалою Фаренгейта (Мінфін, 2025).

Цінова ситуація на ринку природного газу демонструє подібні тенденції серед трьох основних біржових майданчиків, що формують глобальні котирування (рис. 1).

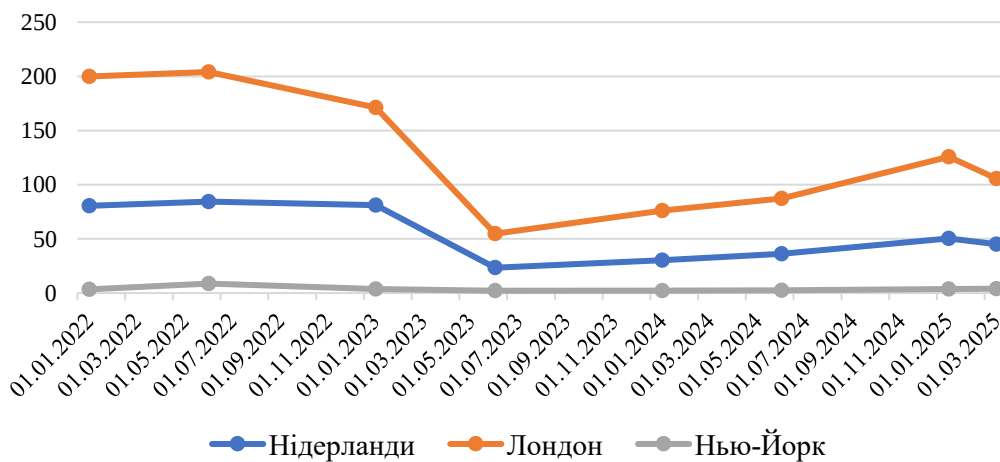


Рис. 1. Динаміка світових цін на природний газ, дол. США за тону

Примітка: одиниці виміру: Нідерланди (Газовий хаб) – євро / МВт·год; Лондонська біржа – пенс/Терм; Нью-Йоркська товарна біржа – дол. США / млн БТО.

Джерело: побудовано авторами за (Мінфін, б. д.).

Найвищий рівень цін зафіксовано у березні–травні 2022 р. Надалі спостерігалось поступове зниження, яке досягло мінімального рівня у липні 2023 р. З другої половини 2023 р. ціни знову почали зростати, досягнувши нового максимуму на початку 2025 р. Цінова волатильність підкреслює необхідність диверсифікації джерел енергії та активізації переходу до більш стійких і відновлюваних енергетичних рішень, зокрема на основі використання біомаси як стратегічного напрямку енергетичної безпеки.

1.2. Динаміка світових цін на ринку вугілля

Вугілля, як традиційне джерело енергії, відіграє значну роль у світовому енергетичному балансі, особливо в контексті забезпечення електро- та теплоенергії в економічній діяльності. Попри поступовий перехід до низьковуглецевих технологій та міжнародні зобов'язання щодо скорочення викидів парникових газів, попит на вугілля зберігається, зокрема у країнах з енергоємною економікою.

Цінова кон'юнктура на світовому ринку вугілля визначається на провідних біржах, що забезпечують формування ф'ючерсних котирувань на основі ринкових очікувань і контрактних домовленостей. Світові ціни на вугілля встановлюються в дол. США за тону на таких майданчиках, як зазначена Нью-Йоркська товарна біржа *NYMEX* та Міжконтинентальна біржа (*ICE*), а також на вугільному терміналі Ньюкасла в Австралії. Ціни враховують як позабіржові угоди, так і контракти на різницю цін (*CFD*). Результати біржових торгів вугіллям на міжнародних товарних біржах відображено на *рис. 2*.

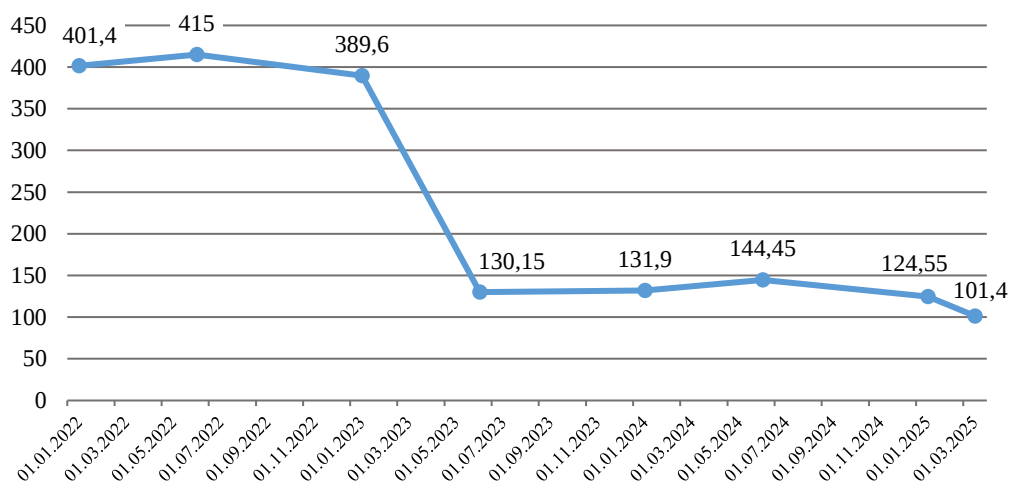


Рис. 2. Динаміка світових цін на вугілля, дол. США за тону

Джерело: побудовано авторами за (Мінфін, б. д.).

Для забезпечення порівняння результатів дослідження використано часовий період спостереження, що й у випадку аналізу ринку природного газу. Відтак, динаміка світових цін на вугілля демонструє подібні тренди та фази коливань. Найвищі значення цін спостерігалися у березні–червні 2022 р., що збігається з періодом геополітичної напруги та енергетичної нестабільності. Надалі відзначалося поступове зниження, з тимчасовим різким спадом у травні–червні 2023 р., та досягненням мінімального рівня у березні 2025 р. Такі цінові коливання свідчать про високу чутливість ринку вугілля до глобальних економічних та політичних чинників, що зумовлює необхідність диверсифікації джерел енергії.

1.3. Динаміка світових цін на ринку нафти

Світовий ринок нафти демонструє виняткову чутливість до глобальних економічних, політичних та екологічних змін. Зокрема, як ключове джерело енергії нафта визначає темпи розвитку національних економік, впливає на структуру платіжного балансу країн-експортерів та формує значну частину витратної складової для країн-імпортерів. Її ціноутворення базується не лише на співвідношенні попиту та пропозиції, а й на якісних характеристиках ресурсу, географії родовищ,

логістиці постачання, а також на геополітичній стабільності в регіонах видобутку.

Встановлення світових ринкових цін на нафту, зокрема на її окремі види, що різняться за вмістом важких вуглеводнів, сірки, алканів та інших домішок, а також за місцезнаходженням родовища, здійснюється за трьома основними еталонними сортами: *American WTI* (*West Texas Intermediate*) – переважно для американського ринку; *European Brent* (*Brent Crude*) – як еталон для Європи та країн ОПЕК; *Russian Urals* – еталонний сорт для російської нафти. Моніторинг світових цін, зафіксованих на зазначених міжнародних товарних біржах, представлено на *рис. 3*.

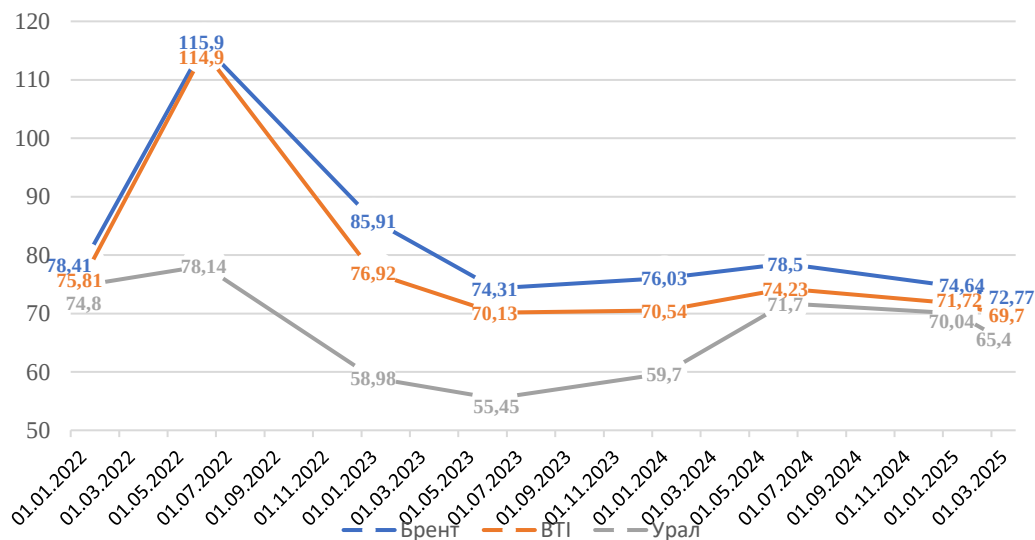


Рис. 3. Динаміка світових цін на нафту, дол. США за барель

Джерело: побудовано авторами за (Мінфін, 2025).

Моніторинг світових цін на нафту виявляє тренди, які значною мірою корелюють з тенденціями змін на ринку природного газу. Найвищий рівень зафіксовано у травні–червні 2022 р., що безпосередньо пов'язано з початком повномасштабного вторгнення росії на територію України та запровадженням санкцій проти країни-агресора. Однак переобрання президента США та зміни у зовнішній політиці цієї держави призвели до того, що після інавгурації Трампа у лютому–березні 2025 р. ціни на російську нафту марки *Urals* не демонстрували значної волатильності, як у 2022–2023 рр.

Відтак, тенденції цін на світовому ринку природного газу, вугілля та нафти є взаємопов'язаними та мають схожі вектори змін. Поточна стабілізація світових цін на основні теплоенергетичні ресурси розглядається як позитивний чинник, що сприяє зменшенню невизначеності на енергетичних ринках, забезпечуючи більш прогнозовані умови для формування національних енергетичних стратегій та інвестиційних рішень у галузі біоенергетики.

1.4. Динаміка світових цін на ринку деревини

Ціновий моніторинг та оцінка кон'юнктури ринку деревини є досить складним завданням з огляду на різноманітність асортименту продукції, її сортність, якісні характеристики та кінцеве призначення. У галузевій класифікації фахівці розрізняють два основні види деревини: промислову та енергетичну. Галузева диференціація дає можливість здійснювати точний аналіз попиту, пропозиції та ціноутворення, оскільки кожен із сегментів мають свою специфічну ринкову динаміку цін та чинники впливу.

За даними фахівців Асоціації деревообробних підприємств України, "глобальний ринок пиломатеріалів протягом двох останніх років демонструє стійку спадну тенденцію. Спостерігається скорочення попиту на хвойні пиломатеріали у ключових регіонах, що зумовлено низкою взаємопов'язаних факторів, зокрема скорочення обсягів будівництва житла, зменшення масштабів ремонтних робіт та загальне зниження рівня споживання товарів" (Асоціація деревообробних підприємств України, 2025). На основі інформаційно-аналітичних даних, наданих експертами, систематизовано основні світові тенденції на ринку деревини (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика глобального ринку деревини за основними регіонами

Характеристика ринку	Північна та Центральна Європа	Північна Америка	Китай та регіони Близького Сходу та Північної Африки
Кон'юнктура	Ціни на деревину в скандинавських країнах досягли найвищого рівня за останнє десятиліття	У Колумбії спостерігається дефіцит деревини, високі виробничі витрати та інші проблеми, що зменшують обсяги виробництва. У 2024 р. обсяги виробництва становили менше половини показників десятирічної давнини	У Китаї імпорту пиломатеріалів скоротився на 7% у річному обчисленні за перші десять місяців 2024 р. У країнах Близького Сходу та Північної Африки імпорту зменшився на 4% за дев'ять місяців 2024 р.
Ціна	Зростання цін на сировину чинить тиск на лісопилні підприємства, оскільки збільшення вартості сировини випереджає ціни на пиломатеріали, що скорочує їх прибутковість	Ціни на круглий ліс у південних штатах США опустилися до найнижчого рівня за 30 років. Така тенденція потенційно може стимулювати нові інвестиції у лісопилні підприємства регіону	Спостерігається нерівномірність попиту та ціноутворення між регіонами
Прогноз	У Північній Європі контроль виробничих витрат стає критично важливим через зростання цін на сировину	Низькі ціни на круглий ліс у південних штатах США можуть зробити регіон привабливим для інвесторів у 2025 р. та надалі	Тенденції по-різному вплинуть на бізнеси в різних регіонах. Занепад лісопилного сектору в Британській Колумбії є прикладом того, як зміни у попиті, регулювання та глобальна конкуренція можуть трансформувати галузь

Джерело: побудовано за (Асоціація деревообробних підприємств України, 2025, 8 січня).

Відтак, аналіз поточної ситуації на світовому ринку деревини виявляє суттєві регіональні відмінності у кон'юктурі, ціновій динаміці та прогнозних показниках, що зумовлює необхідність диференційованого підходу до стратегічного планування. Зокрема, у Північній та Центральній Європі фіксується стійка тенденція до зростання цін на деревину до рекордних рівнів за останнє десятиліття, що негативно впливає на рентабельність лісопильних підприємств через випереджальне зростання вартості сировини. Цей факт підкреслює критичну важливість оптимізації виробничих витрат для забезпечення конкурентоспроможності.

Відтак, аналіз поточної ситуації на світовому ринку деревини виявляє суттєві регіональні відмінності у кон'юктурі, ціновій динаміці та прогнозних показниках, що зумовлює необхідність диференційованого підходу до стратегічного планування. Зокрема, у Північній та Центральній Європі фіксується стійка тенденція до зростання цін на деревину до рекордних рівнів за останнє десятиліття, що негативно впливає на рентабельність лісопильних підприємств через випереджальне зростання вартості сировини. Цей факт підкреслює критичну важливість оптимізації виробничих витрат для забезпечення конкурентоспроможності.

Водночас у Північній Америці, попри дефіцит деревини та високі виробничі витрати, що призвели до значного зниження обсягів виробництва (менше ніж 50% від рівня десятирічної давності), зниження цін на круглий ліс у південних штатах США до 30-річного мінімуму створює потенціал для залучення нових інвестицій у лісопильну галузь, починаючи з 2025 р.

У регіонах Китаю, Близького Сходу та Північної Африки спостерігається скорочення імпорту пиломатеріалів (на 7% та 4% відповідно у 2024 р.), що супроводжується нерівномірним попитом та ціноутворенням через регіональну специфіку ринкових умов та підвищену чутливість до глобальних економічних змін.

Таким чином, для міжнародних компаній, що оперують на ринку деревини, регіональні відмінності у цінах на круглий ліс підкреслюють стратегічну цінність географічної диверсифікації як механізму зменшення впливу ринкової нестабільності. Крім того, зростання експорту європейських пиломатеріалів до США може розглядатись як нова можливість для розширення пропозиції на закордонних ринках. Загалом, галузь демонструє чутливість до змін попиту, регуляторних рамок та глобальної конкуренції, що вимагає постійної адаптації та гнучкості бізнес-моделей.

Аналізуючи ціни найближчого до нас регіону – Західної Європи, – встановлено, що середньоєвропейські ціни на деревину, переважно промислову, коливаються у межах 75–115 євро за кубічний метр (табл. 2).

Таблиця 2

Ціни на пиловник ялини та сосни окремих країн Європи у 2024 р.,
євро за кубічний метр (без урахування ПДВ)

Країна	Мінімум	Максимум
Австрія	75	115
Латвія	85	100
Німеччина	103	115
Фінляндія	79.96	90

Джерело: побудовано за (Асоціація деревообробних підприємств України, 2025, 28 березня).

Результати моніторингу глобального ринку деревини свідчать про стійку тенденцію до зростання цін на промислову деревину, навіть за умов зниження попиту. Зокрема, за даними 2024 р., попри зменшення загального попиту, середня ціна на деревину зросла на 7%. Цінова динаміка у цьому сегменті значною мірою зумовлена розвитком будівельної галузі, зростанням попиту на ремонтно-будівельні послуги, а також рівнем платоспроможності населення.

Водночас ціни на енергетичну деревину низької якості за прогнозом мають стабілізуватися або навіть зменшитися через надлишок наявних запасів. Цей об'єктивний фактор ускладнює збут деревної щепи та інших відходів лісогосподарської галузі. Станом на сьогодні реальні запаси дров перевищують їх споживання. Попит на них знизився через високий рівень цін для населення й державне регулювання тарифів на природний газ. Обсяги реалізації деревної тріски залишаються низькими, а цінова ситуація на цьому сегменті ринку – стабільною без ознак суттєвого зростання.

Таким чином, кон'юнктура глобального ринку деревини демонструє диференційовану динаміку цін залежно від якості та призначення ресурсів. Водночас вона залишається важливим чинником, що впливає на ухвалення економічно обґрунтованих рішень на локальному рівні, зокрема щодо диверсифікації енергетичних джерел, управління лісовими ресурсами та стимулювання використання біомаси.

2. Вплив глобальних тенденцій на локальні рішення

Локальні рішення формуються під впливом зовнішніх макро-економічних трендів, зокрема коливань світових цін на енергоносії та посилення екологічних вимог. Окреслені фактори зумовлюють необхідність адаптації місцевих стратегічних рішень в енергетичному, лісогосподарському та аграрному секторах. Зростає актуальність пошуку стійких та доступних джерел енергії, серед яких біомаса посідає вагоме місце як енергетичний ресурс, особливо в умовах необхідності переосмислення моделей енергоспоживання та національних пріоритетів енергетичної безпеки.

2.1. Потенціал біомаси як енергетичного ресурсу в Україні

Біомаса – один з найперспективніших відновлюваних джерел енергії для України, з огляду на наявний аграрний потенціал, обсяги лісогосподарських відходів та високий рівень залежності від імпортованих викопних енергоносіїв. Для виробництва теплової та електричної енергії в Україні планується залучення біомаси лісового, деревного, сільськогосподарського, аграрного та іншого відповідного походження. Як тверде паливо на теплоелектростанціях (ТЕС) та теплоелектроцентралях (ТЕЦ) найчастіше використовують три основні групи ресурсів: торф'яну біомасу; рослинну (включно з енергетичними культурами та залишками сільськогосподарського виробництва); деревну (рис. 4).

Торф'яна група	Рослинна група	Деревна група
• пелети • торф кусковий • торф фрезерний • торф'яні брикети	• лушпиння соняшникове • лушпиння гречки • рисове • кукурудзи, • солома, полова • міскантус • свічграс • салекс	• дрова • тріска • щепи • тирси • пелети • гранули • енергетична верба

Рис. 4. Основні види твердого палива з відновлювальних джерел енергії, що використовують для продукування теплової та електричної енергії

Джерело: побудовано авторами.

Зазначена диверсифікація сировинної бази для енергетичних цілей забезпечує гнучкість, дозволяючи враховувати регіональні особливості, сезонність, логістичні витрати та рівень розвитку інфраструктури. Водночас ефективне використання біомаси як джерела енергії вимагає детального аналізу доступних обсягів та особливостей її просторового розподілу.

2.2. Ресурсний потенціал біомаси для енергетичних цілей у Поліському регіоні: приклад Житомирської області

Поліський регіон України, зокрема Житомирська область, має значний потенціал для розвитку біоенергетики завдяки наявності широкої ресурсної бази біомаси, що зумовлено природно-кліматичними умовами та структурою землекористування, особливо в лісовому та аграрному секторах. Одним із визначальних чинників енергетичного потенціалу біомаси в регіоні є значна залісненість території. Площа Житомирської області становить близько 29.8 тис. км² і має рівень залісненості 35.2%, що забезпечує їй четверте місце серед усіх регіонів України за цим показником. Загальна площа земель лісового фонду області – 1094.4 тис. га. Такий рівень лісистості створює стійку сировинну базу для отримання деревної біомаси, зокрема дров, тріски, щепи, тирси, деревних гранул, пелет тощо. Крім того, у регіоні наявні значні площі торфовищ, які можуть слугувати додатковим джерелом торф'яної біомаси.

Поряд з лісовими ресурсами, вагомим джерелом біомаси в області є сільськогосподарські відходи. За даними Державної служби статистики України, у 2023 р. в Житомирській області вироблено 2.418 млн т зернових та зернобобових культур, 934 тис. т цукрових буряків, 361 тис. т насіння соняшнику, 1.902 млн т картоплі та 400 тис. т овочів відкритого ґрунту (Статистичний щорічник України за 2023 рік, 2024). Відповідно, побічна продукція цих виробництв, зокрема солома, лушпиння, стебла, лузга та інші агровідходи, формує суттєвий потенціал для виробництва твердого біопалива у вигляді брикетів, пелет або для безпосереднього спалювання у відповідних котельнях.

Важливим елементом реалізації потенціалу біомаси в Житомирській області є наявність трьох об'єктів генерації, що вже функціонують на основі біоенергетичних технологій. Так, ТОВ "Поліська ТЕС" (м. Овруч), що експлуатує теплоелектростанцію на твердому біопаливі, основними видами якого є залишки деревини від деревообробної промисловості та енергетична верба. Ще дві електростанції працюють на біогазі: ТОВ "ЛНК", яке об'єднує сім біогазових установок, та ТОВ "Діоніс Біогаз Енерджі". Діяльність цих підприємств свідчить про практичну доцільність та економічну життєздатність використання біомаси для енергетичних потреб у межах Поліського регіону.

Це дає підстави стверджувати, що в Житомирській області сформувалися сприятливі умови для широкомасштабного використання біомаси в енергетичних цілях. Поєднання деревних, торф'яних та аграрних джерел біомаси створює потужну ресурсну базу для реалізації регіональних стратегій розвитку відновлюваної енергетики, що стане важливою складовою енергетичної безпеки, декарбонізації економіки та сталого розвитку територій.

3. Техніко-економічне порівняння джерел теплової енергії

Для прийняття стратегічно обґрунтованих рішень щодо ефективного використання наявного ресурсного потенціалу для енергетичних цілей важливою є техніко-економічна оцінка альтернативних джерел теплової енергії. Тому у ході дослідження здійснено порівняльний аналіз техніко-технологічних параметрів та економічної ефективності виробництва теплової енергії з різних видів твердого біопалива та природного газу в умовах України.

На початок 2025 р. згідно з чинним законодавством в Україні встановлено диференційовані ціни на природний газ залежно від категорій споживачів, що суттєво впливає на їх енергетичну витратність та конкурентоспроможність (Закон України "Про ринки природного газу", 2015). Найнижча ціна – для домогосподарств і становить 7.96 грн за м³. Водночас для бюджетних установ вартість газу є вищою у 2.1 рази, що створює додаткове фінансове навантаження на об'єкти соціальної інфраструктури. Для промислових підприємств ціна газу перевищує тариф для населення у 2.5 рази, що значно знижує конкурентоздатність вітчизняної продукції,

враховуючи постійне зростання енергетичної складової у структурі собівартості (табл. 3).

Таблиця 3

Технічні характеристики та оцінка виробництва
теплової енергії з твердого палива (2025)

Технічні дані	Середня вартість з транс-портом і ПДВ	Одиниці виміру	Тепло-творна здатність	Одиниці виміру	Вартість одиниці енергії, грн
Природний газ для населення	7960	грн/тис. м³	33.5	МДж/м³	238
Природний газ для бюджетної сфери	16554				494
Природний газ для промисловості	20250				604
Природний газ (імпорт Укртрансгазу)	31000				925
Електроенергія для населення	4.36	грн/кВт·год	—		1211
Електроенергія для населення, що споживається через тепловий насос з $COP^I = 2.7$					449
Електроенергія для населення, що споживається через тепловий насос з $COP = 3.5$					346
Електроенергія для побутових споживачів	10				2778
Електроенергія для побутових споживачів, що споживається через тепловий насос з $COP = 2.7$					1029
Деревна тріска	2500	грн/т	10.5	МДж/кг	238
Гранули з дерева	9000		17		529
Гранули з лушпиння	7000		17.5		400
Тюки соломи чи стебел кукурудзи	2000		14.6	137	

Джерело: складено авторами за (Олійник, 2024).

Особливо показовим є рівень ціни природного газу за імпор-тними контрактами, що постачається через операції АТ "Укртрансгаз". Його вартість – 31 грн за м³, що у 3.89 рази перевищує тариф для побутових споживачів, у 1.87 рази – для бюджетних установ та при-близно у 1.5 рази – для промисловості (Міністерство енергетики України, 2024). Подібні цінові диспропорції потребують врахування

¹ COP (від англ. *Coefficient of Performance*) – коефіцієнт продуктивності (або коефіцієнт корисної дії), тобто це показник енергоефективності обладнання, що працює на тепло, наприклад, теплових насосів або кондиціонерів. Він показує відношення теплової потужності, яку виробляє пристрій, до спожитої електроенергії.

при розробці енергетичної політики, орієнтованої на розширення використання альтернативних, економічно обґрунтованих джерел тепла, зокрема біомаси.

Електроенергія як джерело для генерації теплової енергії в Україні регулюється диференційовано для двох основних груп споживачів: побутових та непобутових. Згідно з даними Міністерства енергетики України, станом на початок 2025 р. тариф для побутових споживачів з податком на додану вартість становить 4.32 грн за кВт·год, зокрема й у випадках використання електроенергії для теплових насосів з коефіцієнтом перетворення (*COP*) 2.7 або 3.5. Натомість для непобутових споживачів, тобто суб'єктів господарювання, вартість становить 10 грн за кВт·год, що у 2.3 рази перевищує тариф для населення (Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, б. д.). Така цінова диференціація суттєво впливає на конкурентоспроможність продукції національних товаровиробників, оскільки енергетична складова продовжує зростати, підвищуючи загальну собівартість товарів і послуг.

Для обґрунтування вибору оптимального джерела теплової енергії в умовах України здійснено порівняльну характеристику чотирьох основних видів твердого біопалива, представлених на українському ринку:

- деревна тріска, щепи, що використовується (для прикладу) у ТОВ "Кліар Енерджі-Житомир", однак належить до низької цінової категорії (приблизна ціна – 2500 грн за т);
- деревні гранули, пелети – найдорожче тверде паливо (9000 грн за т);
- гранули з лушпиння соняшника – належать до вищої за середню цінової категорії (7000 грн за т);
- тюкована солома або стебла кукурудзи, найдешевше тверде паливо (2000 грн за т).

Після переведення зазначених видів біопалива у відповідні теплотворні еквіваленти доцільним є аналіз вартості виробленої з них теплової енергії.

Згідно з розрахунками експерта Громадської спілки "Біоенергетична асоціація України" Євгена Олійника, вартість теплової енергії з різних видів твердого біопалива (у грн/МДж) становить: деревні гранули – 529 грн/МДж (найдорожчий варіант), гранули з лушпиння соняшника – 400 грн/МДж, деревна тріска – 238 грн/МДж, тюкована солома та стебла кукурудзи – 137 грн/МДж (найдешевший варіант). Це свідчить про те, що деревна тріска, яка активно використовується у проєктах компанії "Кліар Енерджі" для виробництва енергії, поєднує відносно високу теплотворну здатність з доступною ринковою вартістю, що робить її одним з найбільш ефективних і економічно доцільних відновлюваних джерел енергії для генерації тепла (*Clear Energy*, б. д.).

Окремі дослідження, проведені фахівцями теплоенергетичного сектору, зокрема й експерта Євгена Олійника, також враховували економічну ефективність та окупність інвестицій при впровадженні

біоенергетичних технологій. Найдорожчим видом біопалива за ціною закупівлі залишаються деревні гранули з відходів лісозаготівельної та деревообробної галузей – 6500 грн/т, тоді як вартість біопалива з деревної тріски, щепи (нетоварна подрібнена деревина) та тюкованої соломи практично однакова – 1700 грн/т та 1667 грн/т відповідно (табл. 4).

Таблиця 4

Ефективність інвестицій при виробництві теплової енергії
з різних видів твердого палива

Технічні дані	Одиниці виміру	Деревна тріска	Тюкована солома	Гранули
Теплова потужність котлів на біопаливі	кВт	1000		
Калорійність біопалива	МДж/кг	8.4	14.2	17.2
Виробництво теплової енергії з біопалива	тис. Гкал	3.45		
Споживання з паливної сировини	тис. т	2.0	1.18	0.98
<i>Ціни та тарифи</i>				
Електроенергія без ПДВ	грн/кВт·год	6.5		
Хімічно підготовлена вода без ПДВ	грн/м ³	15		
Технічне обслуговування, ремонти, матеріали	грн/Гкал	32		
Біопаливо з доставкою, без ПДВ	грн/т	1700	1667	6500
Тариф на теплову енергію (населення), без ПДВ	грн/Гкал	1500		
Витрати інвестиційної діяльності	млн грн	5.4	8.1	2.7
Витрати операційної діяльності	млн грн	5.1	3.4	8.7
<i>Ефективність інвестицій</i>				
Внутрішня норма рентабельності	%	13	28	54
Чиста приведена вартість	млн грн	3.0	12.9	9.5
Термін окупності	років	6.4	4.2	2.8

Джерело: складено авторами за (Олійник, 2024).

Через систематичне пошкодження енергетичної інфраструктури України внаслідок збройної агресії росії виникає об'єктивна необхідність у диверсифікації джерел енергії та посиленні ролі місцевих ініціатив. У цьому контексті доцільним є консолідація зусиль Житомирської міської ради, комунального підприємства "Житомиртеплокомуненерго", а також залучення досвіду, матеріально-технічної бази, високого професіоналізму фахівців ТОВ "Кліар Енерджі-Житомир" та його головної компанії "Кліар Енерджі" для реалізації нового перспективного проєкту з виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, що дозволить підвищити енергетичну стійкість регіону, зменшити залежність від імпорتنих енергоносіїв та сприятиме розвитку низьковуглецевої економіки регіону (Житомирська міська рада, б. д.).

Тарифи на теплову енергію для населення з урахуванням ПДВ варіюються залежно від виду використовуваного біопалива. Зокрема,

для дешевших джерел, таких як деревна тріска та тюкована солома, вартість становить близько 1500 грн/Гкал, тоді як для тепла, виробленого з деревних гранул, сягає 2500 грн/Гкал. Відповідно до наведених розрахунків, найвищими виявилися витрати на реалізацію інвестиційних проєктів, що передбачають використання деревних гранул як джерела енергії (8.7 млн грн). Дещо меншими є капітальні витрати у проєктах з використанням тюкованої соломи (8.1 млн грн), а найнижчі витрати характерні для проєктів на основі деревної тріски (5.4 млн грн).

Водночас витрати операційної діяльності на встановлення та експлуатацію обладнання демонструють обернену залежність: для деревної тріски є найбільшими – 5.1 млн грн, тюкованої соломи – 3.4 млн грн, а найменших витрат потребує проєкт з використанням деревних гранул – 2.7 млн грн. Найвищий рівень рентабельності з позиції економічної ефективності демонструє проєкт на основі деревних гранул – 54%, з терміном окупності 2.8 років та середнім доходом на рівні 9.5 млн грн. Найбільш привабливим з погляду загального фінансового результату є інвестиційний проєкт, що базується на тюкованій соломі, оскільки чиста приведена вартість становить 12.9 млн грн, термін окупності – 4.2 роки, а рівень рентабельності – 28%. Відповідно наведені показники свідчать про високий потенціал проєкту щодо генерування прибутку та швидкого повернення вкладених коштів. Враховуючи зазначені фінансові показники, проєкт на основі тюкованої соломи заслуговує на увагу як перспективна довгострокова інвестиція. Його реалізація може бути забезпечена завдяки комбінованому фінансуванню, що включає державну підтримку, залучення міжнародних грантів та використання власних коштів підприємств теплоенергетичного сектору. Такий підхід дозволить диверсифікувати джерела фінансування та знизити ризики, пов'язані з реалізацією проєкту.

Узагальнені результати техніко-економічного порівняння джерел теплової енергії підтверджують, що використання біомаси є економічно доцільною альтернативою традиційним енергоносіям в умовах України. З-поміж досліджених видів біопалива найвищу рентабельність демонструють проєкти на основі деревних гранул, однак вони вимагають найбільших інвестиційних витрат. Водночас найвищу чисту приведену вартість має проєкт щодо використання тюкованої соломи, що свідчить про його високу інвестиційну привабливість у середньостроковій перспективі. Деревна тріска, як ресурс із помірною собівартістю та стабільними експлуатаційними характеристиками, забезпечує оптимальний баланс між ефективністю, доступністю та рівнем витрат. У цілому результати аналізу підтверджують необхідність формування диференційованих підходів до впровадження біоенергетичних рішень на місцевому рівні з урахуванням ресурсної бази, економічних параметрів та технічних можливостей.

Висновки

У контексті глобальних цінових коливань на ринках енергоносіїв та необхідності посилення енергетичної безпеки, Україна стикається з

актуальним завданням диверсифікації джерел енергії. Проведений аналіз підтверджує, що біоенергетичні рішення можуть стати дієвим інструментом підвищення енергетичної автономії регіонів, зокрема Поліського, завдяки поєднанню лісових, аграрних і торфових ресурсів. Житомирська область має належну ресурсну базу та реалізовані приклади ефективного використання біомаси в енергетиці.

Техніко-економічна оцінка різних видів палива дозволила визначити економічно вигідні напрями для потенційних інвестицій. Зокрема, тюкована солома та деревна тріска виявилися найбільш збалансованими за критеріями вартості, ефективності та доступності. За умови підтримки з боку держави, муніципалітетів та міжнародних донорів, проєкти з виробництва теплової енергії на основі біомаси мають високий потенціал реалізації. Таким чином, розвиток біоенергетики є важливим компонентом національної енергетичної трансформації та ключовим напрямом стратегії досягнення сталого розвитку країни.

Результати дослідження підтверджують гіпотезу про те, що глобальні коливання цін на традиційні енергоносії створюють передумови для підвищення економічної доцільності реалізації локальних біоенергетичних проєктів, особливо за наявності стабільної ресурсної бази та помірного рівня інвестиційного забезпечення. Проведене техніко-економічне обґрунтування різних варіантів біопалива (деревна тріска, тюкована солома, гранули) підтвердило їх конкурентоспроможність порівняно з природним газом та електроенергією, що свідчить про значний потенціал таких рішень в умовах сучасного енергетичного ринку. Таким чином, гіпотеза дослідження знайшла емпіричне підтвердження.

Методологічною платформою подальших досліджень є розробка моделей інтеграції біоенергетичних рішень у регіональні енергетичні стратегії, що дасть змогу підвищити енергетичну стійкість територій, мінімізувати залежність від імпорتنих енергоносіїв та забезпечити досягнення цілей декарбонізації економіки України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

Clear Energy. (б. д.). <i>Біогазові установки</i> . https://clearenergy.ua/uk/napriamky-diialnosti/biohazovi-elektrostantsii.html	Clear Energy. (n. d.). <i>Biogas plants</i> . https://clearenergy.ua/uk/napriamky-diialnosti/biohazovi-elektrostantsii.html
Scarlat, N., Dallemand, J.-F., Monforti-Ferrario, N., & Nita, V. (2015). The role of biomass and bioenergy in in a future bioeconomy: Policies and facts. <i>Environmental Development</i> , (15), 3–34. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006	
Асоціація деревообробних підприємств України. (2025, 28 березня). <i>Європейський ринок деревини: зростання цін на початку 2025 року</i> . https://aweu.org.ua/general/yevropejskyj-rynok-derevyiny-zrostannya-czin-na-pochatku-2025-roku/	Association of Woodprocessing Enterprises of Ukraine. (2025, March 28). <i>European timber market: price increases in early 2025</i> . https://aweu.org.ua/general/yevropejskyj-rynok-derevyiny-zrostannya-czin-na-pochatku-2025-roku/

Асоціація деревообробних підприємств України. (2025, 8 січня). <i>Глобальні ціни на круглий ліс зростають, незважаючи на падіння попиту на пиломатеріали</i> . https://aweu.org.ua/general/globalni-cziny-na-kruglyj-lis-zrostayut-nezvazhayuchy-na-padinnya-popytu-na-pylomaterialy/	Association of Woodprocessing Enterprises of Ukraine. (2025, January 8). <i>Global roundwood prices rise despite falling demand for sawn timber</i> . https://aweu.org.ua/general/globalni-cziny-na-kruglyj-lis-zrostayut-nezvazhayuchy-na-padinnya-popytu-na-pylomaterialy/
Гелегуха, Г. Г., Железна, Т. А., Кучерук, П. П., & Драгнєв, С. В. (2023). Аналіз перспективних напрямків використання енергетичного потенціалу біомаси України. <i>Термофізика та теплоенергетика</i> , 45(2), 77–86. https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2023.9	Geletukha, G., Zheliezna, T., Kucheruk, P., & Drahnev, S. (2023). Analysis of prospective directions for using Ukraine's biomass potential for energy. <i>Thermophysics and Thermal Power Engineering</i> , 45(2), 77–86. https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2023.9
Житомирська міська рада. (б. д.). <i>Інформаційно-аналітична записка "Модельні сценарні оцінки переходу м. Житомир на 100% відновлюваних джерел енергії до 2050 року"</i> . https://zt-rada.gov.ua/files/upload/sitefiles/doc1619525338.pdf	Zhytomyr City Council. (n. d.). <i>Information and analytical note "Model scenario assessments of the transition of Zhytomyr to 100% renewable energy sources by 2050"</i> . https://zt-rada.gov.ua/files/upload/sitefiles/doc1619525338.pdf
Закон України "Про ринок природного газу" від 09.04.2015 No. 329-VIII. (2015). <i>Відомості Верховної Ради (ВВР)</i> , (27), 234. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/329-19#Text	Law of Ukraine "On Natural Gas Market" dated 09.04.2015 No. 329-VIII. (2015). <i>Bulletin of the Verkhovna Rada (VVR)</i> , (27), 234. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/329-19#Text
Міністерство енергетики України. (2024). <i>Стан ринку газу в Україні та імпорتنі ціни</i> . https://www.mev.gov.ua	Ministry of Energy of Ukraine. (2024). <i>Status of the gas market in Ukraine and import prices</i> . https://www.mev.gov.ua
Мінфін. (б. д.). <i>Ставки, індекси, тарифи</i> . https://index.minfin.com.ua/ua/	Minfin. (n. d.). <i>Rates, indexes, tariffs</i> . https://index.minfin.com.ua/ua/
Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. (б. д.). <i>Електроенергія</i> . https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya	National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities. (n. d.). <i>Electricity</i> . https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya
Олійник, Є. (2024). Техніко-економічна оцінка проєктів з виробництва теплової та електричної енергії з біомаси. <i>Презентація біоенергетичної асоціації України</i> . https://uabio.org/news/16215/	Oliinyk, Ye. (2024). Feasibility study of projects for the production of thermal and electrical energy from biomass. <i>Presentation of the Bioenergy Association of Ukraine</i> . https://uabio.org/news/16215/
Статистичний щорічник України за 2023 рік. (2024). <i>Київ: Держстат</i> . https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf	State Statistics Service of Ukraine (2024). <i>Statistical Yearbook of Ukraine for 2023. Kyiv: State Statistics Service</i> . https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що вони не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автори працюють в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Кільницька, О., Яремova, М., & Соколова, А. (2025). Біоресурси у трансформації енергетичної системи України. *Scientia fructuosa*, 5(163). С. 93–110. [http://doi.org/10.31617/1.2025\(163\)06](http://doi.org/10.31617/1.2025(163)06)

Надійшла до редакції 22.07.2025.

Прийнято до друку 12.08.2025.

Публікація онлайн 21.10.2025