

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра економіки, права та управління бізнесом

Допущено до захисту
Завідувач кафедри

(підпис)

«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 076 «Підприємництво та торгівля»
за освітньою програмою професійного спрямування
«Економіка, планування та управління бізнесом»
на тему: «ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ БІОГАЗОВИХ
СТАНЦІЙ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ БЕЗПЕКУ УКРАЇНИ»

Виконавець:

студент ФЕУП

Павленко Валентин Олександрович _____

Науковий керівник:

к.е.н, доцент

Карпов Володимир Анатолійович _____

Одеса – 2024

ЗМІСТ

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ БЕЗПЕКУ..	6
1.1 Поняття та складові енергетичної безпеки країни	6
1.2 Біогазова енергетика як компонент відновлюваної енергетики	12
1.3 Роль біогазових станцій у підвищенні енергетичної незалежності: теорія та закордонний досвід.....	23
РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПЕРЕВАГ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ В УКРАЇНІ.....	30
2.1 Огляд поточного стану біогазової індустрії в Україні	30
2.2 Економічні вигоди від впровадження біогазових станцій	43
2.3 Аналіз екологічного впливу та скорочення викидів	50
РОЗДІЛ ІІІ. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ РОЗВИТКУ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ .	57
3.1 Розробка стратегічних напрямків для стимулювання розвитку біогазових технологій.....	57
3.2 Прогнозування економічної ефективності біогазових проєктів в Україні.	62
3.3 Пропозиції щодо вдосконалення нормативно-правового регулювання біоенергетики	66
3.4 Рекомендації для підвищення енергетичної автономії регіонів	73
ВИСНОВКИ	77
Список використаних джерел.....	80

ВСТУП

Сучасний стан енергетичної безпеки України визначається низкою викликів, серед яких залежність від імпорту енергоресурсів, недостатній рівень енергоефективності та вплив війни на енергетичну інфраструктуру.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає в тому, що біогазові станції у цьому контексті стають важливим елементом національної енергетичної політики, сприяючи зменшенню залежності від викопного палива, підвищенню енергетичної автономії регіонів та зменшенню екологічного навантаження. За даними Європейської біогазової асоціації, біогаз є ключовим компонентом у досягненні цілей декарбонізації, і його впровадження в Україні є особливо актуальним для забезпечення стійкого розвитку.

Мета дослідження. Дослідити економічний вплив біогазових станцій на енергетичну безпеку України, визначити ключові економічні вигоди, бар'єри впровадження та розробити рекомендації для стимулювання розвитку цієї галузі.

Завдання дослідження:

- визначити поняття та складові енергетичної безпеки країни;
- охарактеризувати біогазову енергетику як компонент відновлюваної енергетики;
- визначити роль біогазових станцій у забезпеченні енергетичної безпеки України;
- провести огляд поточного стану біогазової галузі України.
- обґрунтувати економічні вигоди від впровадження біогазових станцій;
- оцінити екологічні вигоди від впровадження біогазових технологій;
- розробити стратегічні напрямки стимулювання розвитку біогазових технологій;

- спрогнозувати економічну ефективність біогазових проєктів в Україні;
- розробити пропозиції вдосконалення нормативно-правового регулювання біоенергетики;
- розробити рекомендації для посилення енергетичної автономії регіонів.

Об’єкт дослідження – вплив біогазової галузі, як сектору відновлюваної енергетики, на енергетичну безпеку країни.

Предмет дослідження – сукупність теоретичних та практичних аспектів економічного впливу біогазової галузі на енергетичну безпеку країни.

Методи дослідження. Для досягнення мети використано методи аналізу й синтезу, економіко-статистичний аналіз, системний підхід, порівняння та моделювання.

Інформаційна база дослідження складається з нормативно-правових актів України та ЄС у сфері біоенергетики, статистичних даних, наукових статей та монографій, аналітичних звітів, записів профільних форумів, практичних кейсів впровадження біогазових станцій в Україні та ЄС тощо.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (59 найменувань). Загальний обсяг роботи становить 82 сторінки. Основний зміст викладено на 72 сторінках. Робота містить 10 рисунків.

Публікації та апробація результатів дослідження. За результатами проведених досліджень приймав участь у II Міжнародній науково-практичній конференції «Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України».

Несененко П.П., Павленко В.О. Повоєнне відновлення територіальних громад України: основні засади. Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., 24-26 квітня 2024 р. Одеса, 2024. С. 361–365.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ БЕЗПЕКУ

1.1 Поняття та складові енергетичної безпеки країни

Сучасний світ побудований на споживанні енергії, яка підвищує ефективність виробництва. Це стало можливим завдяки технологічним досягненням, які потребують значних енергетичних ресурсів.

Промислові революції змінили спосіб споживання енергії, перетворивши її в концентрований ресурс. Від механізації до електрифікації, ці зміни вплинули на зростання населення.

Відсутність енергії загрожує сучасному способу життя, оскільки від неї залежить все. Нестача енергії може призвести до серйозних негативних наслідків для суспільства.

Енергетична безпека є однією з ключових складових національної безпеки сучасної держави, особливо в умовах глобальних викликів і кризових ситуацій. Сьогодні залежність від енергоносіїв та енергопостачання є стратегічним питанням для економічної стабільності, соціального добробуту та захисту інтересів держави на міжнародній арені.

Енергетична безпека набуває особливої актуальності в Україні через геополітичне становище, часту залежність від імпорتنих енергоресурсів та виклики, пов'язані з безперервністю функціонування критичної інфраструктури.

У даному параграфі визначимо поняття енергетичної безпеки, а також розглянемо її основні складові, що включають технологічні, економічні та екологічні аспекти забезпечення стабільного енергопостачання. Розуміння цих аспектів дозволить розробити ефективну стратегію для підвищення енергетичної стійкості держави.

Енергетична безпека – це здатність держави забезпечувати стабільне, доступне і безперебійне постачання енергоносіїв, необхідних для нормального

функціонування економіки, соціальної сфери та безпеки населення. Це комплексне поняття, що охоплює заходи для захисту енергетичних ресурсів та інфраструктури, а також зниження залежності від імпортованої енергії. У широкому сенсі енергетична безпека означає захищеність держави від можливих перебоїв у постачанні енергоносіїв через економічні, політичні або природні обставини. [1, с. 277]

Еволюція поняття енергетичної безпеки значною мірою зумовлена змінами в глобальній політиці, економіці та науці, які відбулися протягом останніх десятиліть. У період становлення сучасної економічної системи, коли енергетичні потреби зростали через розвиток промисловості та урбанізацію, енергетична безпека передбачала передусім забезпечення стабільного доступу до паливно-енергетичних ресурсів. [3, с. 56] Це поняття зосереджувалося на наявності внутрішніх запасів або безперебійних поставках енергоносіїв з-за кордону, що було життєво важливим для функціонування економіки та промисловості. [2, с. 144]

Однак, із розвитком технологій та збільшенням обсягу міжнародної торгівлі, акценти у визначенні енергетичної безпеки змістилися. Глобалізація, яка супроводжувалася взаємозалежністю країн у багатьох сферах, призвела до того, що держави почали усвідомлювати вразливість своїх енергетичних систем до зовнішніх впливів, таких як геополітичні конфлікти та економічні санкції. [4, с.458] Це породило необхідність переосмислення підходів до енергетичної безпеки: вона стала сприйматися як багатогранне явище, яке включає не лише можливість стабільного постачання, але й здатність швидко адаптуватися до змін зовнішніх умов. [3, с. 57]

Крім того, на сучасне розуміння енергетичної безпеки суттєво вплинули екологічні чинники. Зростання обізнаності про зміну клімату та екологічні наслідки використання викопних палив сприяло зміщенню акценту на сталий розвиток та екологічну стійкість. Країни світу почали більше інвестувати у відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія, що дозволяють знизити викиди парникових газів та підвищити енергетичну незалежність.

Сучасна енергетична безпека, таким чином, не лише забезпечує стабільне постачання ресурсів, а й враховує потребу зменшити екологічний вплив енергетичної інфраструктури на довкілля. [2, с. 144]

Окремий важливий аспект, який став актуальним у XXI столітті, це технологічні загрози, зокрема кібератаки. Оскільки енергетичні системи стали більш автоматизованими та пов'язаними із глобальною мережею Інтернет, вони стали уразливими до зовнішніх кібератак, які можуть призвести до значних економічних збитків і соціальних наслідків. Наприклад, кібератаки на енергетичні об'єкти України, такі як атака на західноукраїнську електростанцію у 2015 році [5], підкреслили вразливість критичної інфраструктури і стали потужним стимулом для підвищення кіберзахисту енергосистем. [1, с. 278] Сучасне розуміння енергетичної безпеки охоплює не лише фізичний захист енергетичної інфраструктури, але й кібербезпеку, що забезпечує захист від зовнішніх загроз цифрового характеру.

Таким чином, енергетична безпека сьогодні – це комплексне поняття, яке включає енергетичну незалежність, стабільність постачання, екологічну стійкість і захист від сучасних технологічних загроз. Стан енергетичної безпеки визначає стійкість держави до різноманітних ризиків і є важливою складовою її економічного розвитку та національної безпеки.

Зростаюча актуальність енергетичної безпеки зумовлена насамперед кількома факторами. По-перше, це активна фаза гібридної війни РФ проти України, тому виникає гостра необхідність забезпечити енергетичну незалежність та диверсифікувати джерела енергії. По-друге, важливість екологічно чистих та відновлювальних джерел енергії зростає, що робить енергетичну безпеку складовою глобальної стратегії сталого розвитку. По-третє, у сучасних умовах енергетична система стає вразливою до різних ризиків, включаючи кібератаки та фізичні напади.

У більш широкому сенсі енергетична безпека є невід'ємною складовою національної безпеки, оскільки стабільне енергопостачання прямо впливає на економічний розвиток, обороноздатність та якість життя населення. Безпека

держави неможлива без належного захисту її енергетичної інфраструктури, що забезпечує стабільність внутрішніх систем та готовність протистояти зовнішнім викликам.

Так, Україна, через своє геополітичне становище, змушена вибудовувати стратегію енергетичної безпеки, яка враховує потенційні зовнішні загрози та водночас сприяє незалежності від постачальників енергоносіїв. Це є основою захисту національних інтересів і дозволяє країні зберігати політичну й економічну незалежність, що є критично важливим у сучасних умовах глобальної та регіональної нестабільності.

Розглянемо також складові елементи енергетичної безпеки країни. Новітній погляд науковців університету імені Каразіна на складові енергетичної безпеки бачимо на Рис.1. Вони кажуть про різноманітність впливу соціально-політичного та економіко-управлінського середовищ на розкриття можливостей науково-технічної основи, яка в свою чергу також в процесі постійного розвитку, і саме вона безпосередньо є тим середовищем, що виражає матеріальну та технологічну частину енергетики, стан якої є формується наслідками змін в усіх трьох середовищах.

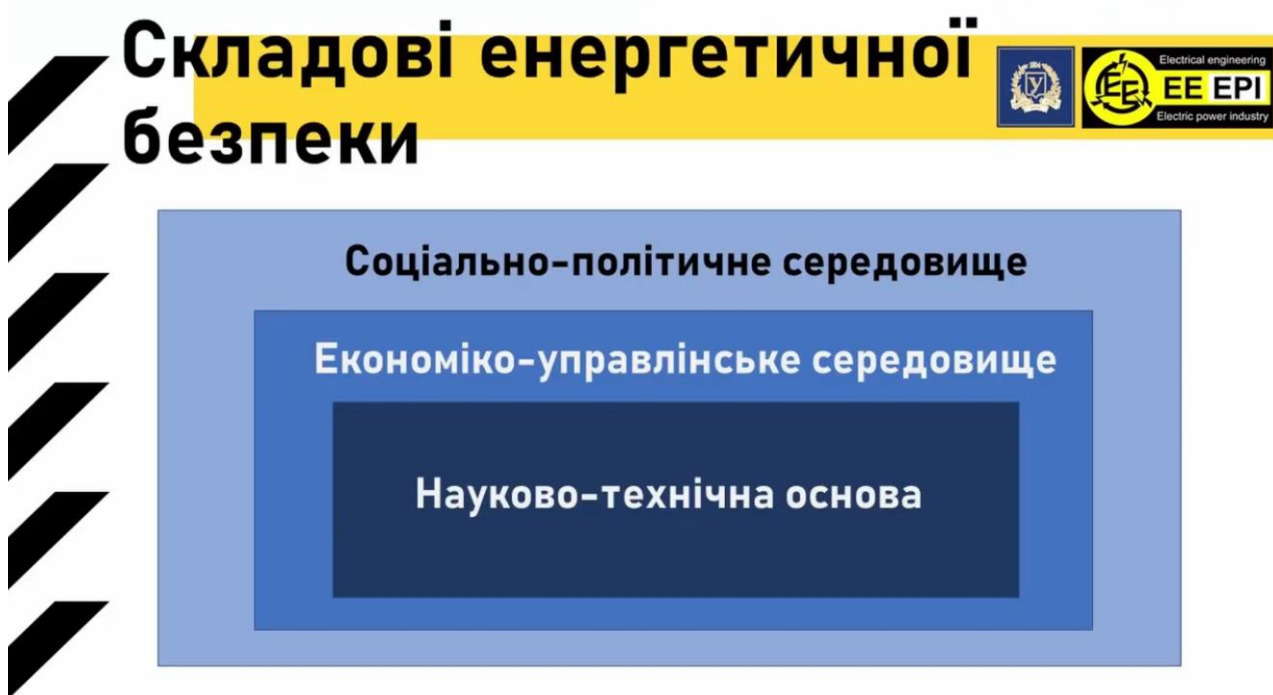


Рис. 1.1 Середовища впливу на енергетичну безпеку

Джерело: [6]

Важливою складовою в науково-технічному середовищі є стійкість енергосистеми до зовнішніх загроз. Військові конфлікти, кібератаки, геополітична нестабільність можуть створювати критичні загрози для енергетичної інфраструктури. Україна, що зазнає атак на критичну інфраструктуру, потребує сучасної системи захисту від таких загроз. Підвищення кібербезпеки та фізичного захисту енергетичних об'єктів має бути пріоритетом. [2]

В економіко-управлінському середовищі важливою складовою енергетичної безпеки є рівень залежності країни від імпортованих енергоресурсів, його мінімізація, що досягається шляхом розвитку власних, внутрішніх джерел енергії та диверсифікації каналів постачання, є важливим завданням для забезпечення безпеки. Це означає, що країна, маючи широке коло постачальників і можливостей для енергозабезпечення, знижує ризики виникнення дефіциту енергоносіїв через політичні, економічні або інші зовнішні фактори. Зниження залежності від імпортованої енергії також сприяє стабільності цін на внутрішньому ринку, захищаючи країну від коливань світових цін на нафту, газ чи інші ресурси.

Для України, яка традиційно значно залежить від імпорту енергоресурсів, особливо важливо розвивати внутрішню енергетичну інфраструктуру, щоб зменшити цю залежність і посилити свою енергетичну безпеку. Це може включати як збільшення обсягів видобутку традиційних видів палива, наприклад, природного газу, так і розвиток альтернативних і відновлювальних джерел енергії. Україна має значний потенціал у сфері біоенергетики, сонячної та вітрової енергії, що може стати стабільною базою для внутрішнього енергопостачання. [4]

Біоенергетика, зокрема, є перспективним напрямом для України. Вона не лише допомагає знизити залежність від викопного палива, а й дозволяє ефективно використовувати відходи сільського господарства та інші біологічні

матеріали, що сприяє розвитку сільської економіки та створенню нових робочих місць. Використання біомаси як джерела енергії дозволяє також знизити викиди парникових газів, що важливо для екологічної стійкості та зобов'язань України щодо скорочення викидів вуглекислого газу у рамках міжнародних екологічних угод.

Розширення спектру внутрішніх джерел енергії та підвищення їхньої частки у загальному енергетичному балансі країни дає Україні змогу реагувати на зовнішні ризики більш гнучко та посилює її позиції на міжнародній арені. Завдяки цьому стратегічному напрямку Україна може поступово зменшити залежність від зовнішніх постачальників та зробити свою енергетичну систему більш стійкою до кризових ситуацій, що сприятиме її політичній та економічній стабільності у довгостроковій перспективі.

У контексті диверсифікації джерел енергії передбачено не тільки розширення спектру постачальників, але й використання різних видів енергії, включаючи відновлювальні джерела. Цей важливий підхід дозволяє уникнути енергетичного дефіциту у випадку відмови або перебоїв у постачанні від окремих країн. [1] Використання відновлюваних джерел енергії, і окрім біогазових станцій, має значний потенціал для зміцнення енергетичної незалежності та сталого розвитку України. Це знижує залежність від викопних палив і сприяє зниженню екологічного впливу на довкілля. В умовах сучасних викликів, таких як зміна клімату та глобальна боротьба за екологічну стійкість, це стає важливим аспектом, і це вже переходить у площину соціально-політичного середовища.

Також важливою складовою є популяризація енергетичної ефективності та енергозбереження, що можуть відчутно знизити навантаження на енергосистему, забезпечуючи оптимальне використання наявних ресурсів. Наприклад, стимулювання енергоефективності у промисловості та житловому секторі дозволяє зменшити споживання і знижує потребу в імпорті енергоносіїв.

Дуже важливими соціально-політичними складовими енергетичної безпеки є інтеграція в європейську енергосистему, міжнародна співпраця за

напрямок та стратегічні альянси. Сучасна енергетична стратегія України вже спрямована на інтеграцію з європейськими енергетичними ринками. Інтеграція з ЄС забезпечить доступ до спільних ресурсів і підтримку у випадку перебоїв.

Ще Україна активно розвиває співпрацю з ЄС, НАТО та іншими міжнародними організаціями для забезпечення енергетичної безпеки. Така співпраця включає надання міжнародної технічної допомоги та запровадження європейських стандартів у галузі енергетики, що підвищує надійність та ефективність національної енергетичної системи. [2]

1.2 Біогазова енергетика як компонент відновлюваної енергетики

Біогазова енергетика є однією з важливих складових відновлюваної енергетики, що набуває дедалі більшого значення в умовах сучасної енергетичної кризи та змін клімату. У світі спостерігається постійне зростання попиту на енергетичні ресурси, тоді як традиційні викопні джерела енергії виснажуються, і їхнє використання має негативний вплив на екологічну ситуацію. Це обумовлює потребу у пошуку альтернативних, стійких та екологічно чистих джерел енергії, серед яких біогазова енергетика займає особливе місце.

Біогаз, отриманий у результаті переробки органічних відходів, має значний потенціал як джерело енергії. Він може використовуватися для виробництва електроенергії, тепла та навіть як паливо для транспорту. Крім того, біогазова енергетика не лише забезпечує енергетичну незалежність, але й сприяє зменшенню викидів парникових газів і вирішенню проблем утилізації відходів, що є особливо актуальним для України, де значна частина відходів сільського господарства, тваринництва та харчової промисловості може слугувати сировиною для виробництва біогазу.

Важливо розкрити роль біогазової енергетики у відновлюваній енергетиці та оцінити її внесок у енергетичну безпеку та екологічну стійкість країни, щоб зрозуміти її економічні та екологічні переваги, визначити місце біогазової

енергетики в структурі відновлюваних джерел енергії та її значення для енергетичної безпеки України. Знання цих аспектів дозволить точно побудувати перспективи розвитку біогазової галузі в Україні з урахуванням наявних ресурсів, потенціалу та сучасного законодавчого середовища.

Таким чином, дослідження біогазової енергетики є не лише важливим з погляду розвитку відновлюваних джерел енергії, але й з точки зору сталого розвитку країни загалом, оскільки потенційно дозволяє вирішувати як економічні, так і екологічні проблеми.

Законодавство України дає визначення біогазу як газу, отриманого з біомаси, що використовується як паливо. Один з видів біогазів – біометан визначається як біогаз, що за своїми фізико-хімічними характеристиками відповідає вимогам нормативно-правових актів до природного газу для подачі до газотранспортної або газорозподільної системи чи для використання як моторного палива. [38]

З технічної точки ж зору біогаз – це газоподібне паливо, що утворюється в результаті анаеробного, або без доступу кисню, розкладання органічних речовин, зокрема відходів господарств та побутових відходів. Основою біогазової енергетики є біогазові станції, які складаються з кількох ключових компонентів: ферментатора або реактора, системи очищення газу, сховища газу та генератора. Процес виробництва біогазу включає кілька етапів:

1. Збір та підготовка сировини – органічних відходів, що очищуються та подрібнюються.
2. Ферментація: бактерії розкладають органічну масу, в результаті чого утворюється біогаз.
3. Очищення газу від домішок, зокрема від сірководню та вуглекислого газу.
4. Використання біогазу.

Розглянемо трохи докладніше ці етапи, див. рис.1.2. Підготовка органічної сировини для виробництва біогазу включає її подрібнення та регулювання вологості. До органічної сировини додають воду і перемішують, щоб створити

однорідну масу. Частинки мають бути не більшими за 2–3 см, що забезпечує кращий доступ мікрофлори під час ферментації та рівномірну температуру в резервуарі.

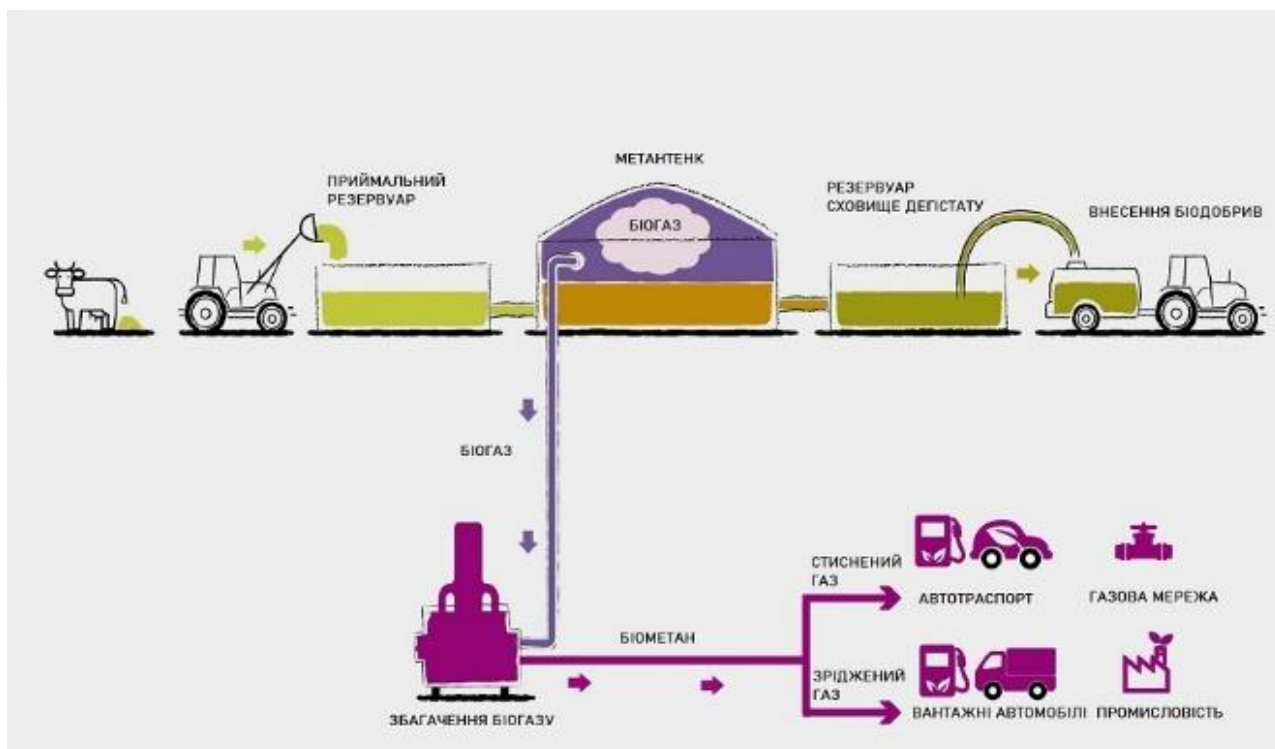


Рис.1.2. Технологія виробництва біогазу

Джерело: [24]

Для виробництва біогазу можуть використовуватися різноманітні органічні матеріали, які забезпечують постійний потік сировини та сприяють зменшенню навантаження на навколишнє середовище. Глибше розглянемо основні види сировини, придатні для біогазових станцій в Україні, а також їх потенціал у забезпеченні стабільного виробництва біогазу.

В Україні сільське господарство є однією з провідних галузей економіки, тому значні обсяги відходів сільськогосподарського виробництва можуть слугувати важливим джерелом сировини для біогазових станцій. До таких відходів належать такі сировини рослинництва:

- солома, яка у великій кількості залишається після збирання врожаю зернових культур: пшениці, ячменю, вівса, яка є доступною та ефективною для

ферментації, її можна переробляти разом з іншими матеріалами для покращення якості біогазу; [7, с. 72]

- залишки кукурудзи та цукрових буряків, які залишаються після збору врожаю та їх переробки, та містять багато вуглеводів, необхідних для процесу анаеробного бродіння, і це робить їх особливо цінними для виробництва біогазу;
- відходи від переробки овочів і фруктів, які генеруються в значній кількості і зазвичай мають високий вміст вологи, тому легко піддаються біологічному розкладу. [7, с. 71]

Сільськогосподарські відходи не тільки забезпечують сировину для виробництва біогазу, але й допомагають зменшити викиди метану, який утворюється при їх природному розкладі. Це сприяє зниженню загального обсягу парникових газів, що є важливим для виконання екологічних зобов'язань України.

Важливо також відмітити, що сировиною для виробництва біогазу є також спеціально вирощувані енергетичні культури, які додаються в суміш субстрату в пропорціях від 20% і рідше до 50%, і вигідні тим, що мають кращий енергетичний потенціал та продуктивніші за показником виходу корисної речовини. До таких культур відносять кукурудзу, сорго, цукровий буряк, люцерну, жито, топінамбур, ріпак, соняшник. Ці культури мають значний потенціал для виробництва біогазу і часто використовуються на біогазових установках через високу врожайність та вміст органічних речовин.

Аграрні регіони України також мають значний потенціал у використанні відходів тваринництва, таких як гній і послід, як сировину для біогазових станцій. Перерахуємо ці відходи та деякі причини їх особливої цінності для виробництва біогазу:

- Гній – продукт життєдіяльності великої рогатої худоби, свиней та інших тварин. Він є джерелом органічної маси, яка містить необхідні поживні речовини для ферментації. Завдяки високому вмісту азоту гній забезпечує інтенсивне виробництво метану. [9]

- Послід птахів – побічний продукт птахівництва. Послід має ще більшу біологічну активність і здатність до ферментації, ніж гній великої рогатої худоби. Зокрема, послід курей та інших птахів містить підвищену концентрацію аміаку, що значно підвищує продуктивність ферментаційного процесу.

Використання відходів тваринництва дозволяє не лише забезпечити стабільне виробництво біогазу, але й вирішити проблему накопичення гною, що зменшує шкідливий вплив на довкілля. Крім того, залишки після переробки можуть бути використані як добриво, збагачене корисними речовинами, що замикає цикл переробки та сприяє розвитку екологічного землеробства. [10]

Промислові та побутові відходи становлять ще одну важливу категорію сировини для виробництва біогазу. Це джерело має великий потенціал для масштабного виробництва біогазу, адже до цієї категорії відходів належать:

- Осади стічних вод – це багаті джерела біомаси, адже стічна вода містить органічні домішки. Тому осади на очисних спорудах піддаються біологічній обробці, їх можна використовувати для виробництва біогазу, а також як добрива. [8, с.45]

- Харчові відходи, які накопичуються у великих містах в значних обсягах від діяльності закладів громадського харчування та супермаркетів. Вони є хорошою сировиною для біогазу, оскільки містять високий рівень органічної речовини. Використання харчових відходів у біогазовій енергетиці сприяє зниженню витрат на їх утилізацію і водночас підвищує обсяги виробництва біогазу. [7, с.72]

Загалом залучення промислових і побутових відходів у біогазову енергетику дозволяє ефективно переробляти органічні залишки, мінімізувати негативний екологічний вплив від їх накопичення та розкладання, а також скоротити обсяги забруднення повітря. Це є важливим кроком у забезпеченні сталого розвитку, зменшенні обсягів викидів парникових газів та зниженні екологічного навантаження на міста.

Таким чином, широкий спектр доступних сировинних матеріалів для біогазових станцій в Україні робить цю галузь особливо перспективною.

Використання сільськогосподарських, тваринницьких, промислових і побутових відходів забезпечує не лише ефективне виробництво біогазу, а й вирішує численні екологічні питання, зокрема утилізацію відходів та зниження обсягів викидів шкідливих речовин.

Основними компонентами біогазу є метан (CH_4) і вуглекислий газ (CO_2), причому метан становить приблизно 50-70% складу, що робить біогаз придатним для використання як альтернативне паливо, здатне частково замінити природний газ. [7, с. 71]

Для оптимізації процесу біорозкладу до сировини додають домішки, як-от коров'ячий гній, дріжджі або бактеріальні препарати, що підвищує кількість та якість біогазу. Важливо також дотримуватися оптимальних пропорцій різних видів сировини, змішуючи її у спеціальному резервуарі – ферментаторі. Ферментація є ключовим етапом, під час якого бактерії у ферментаторі розкладають органічну сировину, утворюючи метан, вуглекислий газ та інші гази. Процес проходить без доступу повітря або анаеробно, оскільки кисень знижує вихід біогазу, а також постійно виконується контроль температури та кислотності середовища, адже це має вирішальне значення для підтримки активності мікроорганізмів.

Отриманий біогаз можна використовувати різними способами. Часто його спалюють для отримання теплової та електричної енергії, що є важливим для забезпечення енергетичних потреб сільських районів або малих підприємств. Також біогаз може проходити додаткову очистку для перетворення в біометан – аналог природного газу, придатний для заправки транспорту або подачі в газопровідну мережу, а рештки ферментації можуть застосовуватися як добрива. [8, с. 43]

Два важливі інструменти, які вже допомагають виробникам та споживачам біогазу в розвинених країнах – це сертифікація та гарантії походження біогазу. Вони мають дещо різні цілі та механізми. Сертифікація біогазу полягає в оцінці та підтвердженні відповідності біогазу певним стандартам якості і безпеки, що включає перевірку технологій виробництва, управління відходами, екологічних

стандартів тощо. Гарантії ж походження біогазу є документами, які підтверджують, що певний обсяг біогазу був вироблений з відновлювальних джерел, таких як органічні відходи, сільськогосподарські залишки тощо, тобто вони надають споживачам впевненість в тому, що енергія, яку вони використовують є екологічно чистою. Обидва механізми сприяють розвитку ринку біогазу та популяризації відновлювальних джерел енергії. [20]

Відповідно, біогазова енергетика – це галузь відновлюваної енергетики, що передбачає виробництво та використання біогазу для виробництва теплової та електричної енергії. Завдяки відновлювальному характеру та здатності до переробки органічних відходів, біогазова енергетика має важливе значення в умовах сучасної енергетичної кризи, адже вона зменшує залежність від викопного палива та сприяє децентралізованому і сталому розвитку регіонів. [7, с. 72]

Таким чином, біогазова енергетика посідає важливе місце серед відновлюваних джерел енергії, поряд із сонячною, вітровою та гідроенергетикою. Відмінністю біогазу є те, що його виробництво базується на переробці органічних відходів, серед яких залишки сільськогосподарської продукції, тваринницькі відходи, промислові та побутові органічні відходи. Це забезпечує сталість у виробництві, оскільки ці відходи завжди доступні в достатніх обсягах для перетворення в енергію. [8, с. 71]

Згідно з дослідженнями, у світовій структурі ВДЕ біогазова енергетика займає близько 2-3% від загального обсягу виробленої енергії з відновлюваних джерел, але ця частка може бути значно збільшена. У країнах Європейського Союзу біогаз є вагомим компонентом ВДЕ, особливо в Німеччині, де біогазові станції забезпечують до 10% енергопостачання сільських регіонів. [8, с. 72] В Україні ж цей показник суттєво нижчий, проте існує значний потенціал для його розвитку, зокрема за рахунок відходів сільського господарства, яке є провідною галуззю економіки.

Однією з ключових переваг біогазу є його стабільність як енергетичного джерела. На відміну від сонячної та вітрової енергетики, які залежать від

погодних умов, біогазові станції можуть працювати безперервно, оскільки вони не залежать від зовнішніх природних факторів. Це особливо актуально для забезпечення енергетичної стабільності в періоди пікових навантажень та в критичних ситуаціях, наприклад, під час аварій на інших енергетичних об'єктах. [7, с. 25]

А ще одна має важлива перевага біогазової енергетики – здатність використовувати відходи, що не тільки забезпечує сталість економіки, а й вирішує екологічні проблеми, наприклад: сприяє скороченню обсягів сміття, а також зменшує викиди парникових газів, які значно впливають на зміну клімату.

Сьогодні біогазова енергетика активно розвивається у світі та поступово інтегрується в енергетичний баланс багатьох країн. За даними Європейської біогазової асоціації, країни ЄС щорічно виробляють мільярди кубометрів біогазу, який частково заміщує природний газ і сприяє досягненню енергетичної незалежності. У країнах, таких як Німеччина, Італія та Франція, біогаз є одним з основних джерел альтернативної енергії та важливим компонентом національних енергетичних стратегій. [8, с. 72]

Для України розвиток біогазової енергетики має великий потенціал, але на даний момент її частка у ВДЕ залишається низькою. Основні зусилля щодо підвищення цієї частки спрямовані на збільшення виробництва біогазу з відходів сільськогосподарського та харчового виробництва. Такий підхід дозволяє не тільки зменшити залежність від традиційних видів палива, а й підвищити рівень енергетичної безпеки країни. [7, с. 27]

Біогазова енергетика є перспективною з економічної точки зору, адже біогазові станції дозволяють значно зменшити витрати на енергоресурси за рахунок самозабезпечення енергією, виробленою з відходів. Завдяки перетворенню органічних відходів на біогаз, фермерські господарства та промислові підприємства можуть суттєво зменшити витрати на енергію, особливо у віддалених регіонах, де доступ до традиційних джерел енергії обмежений. За даними досліджень, економічна вигода від встановлення

біогазових станцій включає також доходи від продажу надлишкової електроенергії або тепла до місцевих мереж. [7, с. 71]

Як вже вище сказано, біогазова енергетика є важливим інструментом зменшення негативного впливу на довкілля. Однією з головних екологічних переваг біогазових технологій є здатність скорочувати обсяги викидів парникових газів, таких як метан (CH_4) та вуглекислий газ (CO_2). У процесі анаеробного зброджування органічних відходів на біогазових станціях метан, що є значно шкідливішим парниковим газом порівняно з вуглекислим газом, виділяється у контрольованих умовах і використовується як джерело енергії, що запобігає його потраплянню в атмосферу. Це особливо важливо для сільськогосподарських підприємств, які генерують великі обсяги органічних відходів, сприяючи екологічно сталому їх використанню. [8, с. 277]

Відмічено позитивний вплив біогазових станцій на розвиток сільської місцевості. Вони створюють нові робочі місця на етапах будівництва, експлуатації та обслуговування станцій, що забезпечує стабільний дохід для місцевих жителів. Також біогазова енергетика сприяє розвитку місцевої економіки, оскільки органічні відходи для виробництва біогазу можуть бути зібрані безпосередньо у навколишніх фермерських господарствах і промислових підприємствах. Це зменшує витрати на транспортування сировини та дозволяє більш раціонально використовувати місцеві ресурси. [2, с. 145]

Біогазова енергетика дозволяє не тільки знижувати витрати та сприяти розвитку місцевої економіки, але й вирішує проблему утилізації відходів, які у випадку розкладання без обробки можуть завдавати серйозної шкоди довкіллю. Відходи утилізуються шляхом анаеробного зброджування і трансформуються у придатний для використання продукт. У Європі активно підтримуються біогазові проєкти, так як це ефективний інструмент управління органічними відходами. [4, с. 459]

Біогазова енергетика є важливим напрямом у стратегії енергетичної незалежності України, оскільки країна має значний потенціал у виробництві біогазу завдяки наявним сільськогосподарським і промисловим відходам.

Відповідно до досліджень, сільське господарство України генерує великі обсяги органічних відходів, зокрема, гній та залишки рослинництва, які можуть використовуватися як сировина для виробництва біогазу. Крім того, в Україні є значні можливості для збору біомаси з побутових і промислових відходів, а також величезний потенціал вирощування енергетичних культур з метою переробки їх у біогаз. [7, с. 71]

Згідно з дослідженням Гелетути Г., потенціал виробництва біогазу в Україні становить близько 8,16 млн т. у нафтовому еквіваленті на рік, а за свіжими даними – 21,8 млрд м³ метану на рік, що відповідає 100% всього обсягу добування природного газу в Україні. [20] Це значення може суттєво збільшитися за рахунок ефективного використання відходів сільського господарства, промислових залишків і побутових органічних відходів. [7, с. 72] Такий потенціал дозволяє Україні не тільки скоротити залежність від імпортованого газу, а й отримувати надлишки, які можуть використовуватися для експорту до ЄС, де попит на відновлювану енергію зростає. [7, с. 73]

Регіони України мають різний потенціал для виробництва біогазу залежно від обсягів доступних сировинних ресурсів. Зокрема, сільські регіони з розвинутим аграрним сектором можуть стати основними центрами виробництва біогазу, використовуючи відходи тваринництва і рослинництва як основну сировину. У таких областях, як Вінницька, Черкаська та Полтавська, де є великий обсяг аграрних залишків, встановлення біогазових станцій є економічно доцільним кроком, що допоможе стимулювати місцеву економіку та створити робочі місця. [8, с. 25]

Розвиток біогазової енергетики в Україні значною мірою залежить від підтримки з боку держави та ефективного законодавчого регулювання. У 2014 році було ухвалено закон, що встановлює «зелений» тариф для електроенергії, виробленої з біогазу, що стимулювало інтерес до інвестицій у цей сектор. Важливими інструментами є податкові пільги, державні субсидії та фінансування пілотних проєктів, які спрямовані на розвиток біогазових станцій та стимулювання інновацій у цій галузі.

Фінансові механізми, такі як спеціальні кредити для інвесторів у галузі біогазової енергетики, надають змогу залучити приватний капітал і міжнародні інвестиції для розвитку біоенергетики в Україні. Інвестиції в біогазові проєкти також підтримуються Європейським Союзом, зокрема через програми, що передбачають пільгові кредити та гранти на встановлення біогазових станцій, які відповідають екологічним стандартам ЄС. Наприклад, європейські програми з декарбонізації стимулюють зростання сектору біоенергетики як важливої частини ВДЕ. [7, с. 74]

Якщо ці перспективи розвитку біогазової енергетики в Україні будуть підкріплені державними ініціативами та фінансовою підтримкою міжнародних партнерів, то це може суттєво підвищити рівень енергетичної безпеки країни, зменшити залежність від імпорту та сприяти розвитку екологічно чистих технологій. Однак, незважаючи на свій потенціал, біогазова енергетика стикається з низкою проблем, що обмежують її розвиток. До ключових викликів можна віднести технологічні, економічні, нормативно-правові та соціальні.

По-перше, впровадження біогазових станцій потребує значних початкових інвестицій, пов'язаних із закупівлею та встановленням обладнання, що часто стає проблемою для малого та середнього бізнесу. За оцінками, це стримує розвиток проєктів у сільських районах, де часто відсутні достатні фінансові ресурси. Та і крім того брак досвіду з будівництва та управління біогазовими станціями призводить до низької ефективності таких проєктів та збільшує витрати на їх обслуговування. [1, с. 280]

По-друге, це високі операційні витрати, так як підтримання роботи біогазових установок потребує постійних витрат на сировину, транспортування відходів, обслуговування обладнання, це знижує рентабельність проєктів. [7, с. 72]

І по-третє, це низка бар'єрів з боку держави у вигляді низького рівня державної підтримки, недосконалого законодавства та складної процедури отримання дозволів. Хоча існують державні програми підтримки відновлюваної енергетики, фінансування часто є недостатнім, і компанії не мають стабільних

субсидій на підтримку роботи біогазових установок. [7, с. 73] Також в Україні необхідно вдосконалити нормативно-правову базу для біогазової енергетики, що включає спрощення процедур ліцензування, надання пільгових умов для запуску біогазових станцій, а також підвищення прозорості у фінансуванні таких проєктів. А поки що, перед запуском біогазових станцій, компанії зіштовхуються з багатьма адміністративними бар'єрами, що затримують та ускладнюють процес отримання дозволів на будівництво та експлуатацію станцій. [4, с. 458]

Однак незважаючи на численні бар'єри, перспективи розвитку біогазової енергетики в Україні залишаються значними. Подолання існуючих труднощів за допомогою державної підтримки, вдосконалення законодавства та міжнародної співпраці дозволить Україні повною мірою використати свій біоенергетичний потенціал та зміцнити енергетичну незалежність. [7, с. 72] Зі зростанням інтересу до відновлюваної енергетики ринок біогазу в Україні має значні перспективи для розширення. А в результаті розвитку продажу надлишків енергії в національну мережу, очікується підвищення економічної рентабельності біогазових установок.

Україна має можливості інтегруватися у міжнародні проєкти та програми з підтримки біоенергетики, що дозволить отримувати міжнародні гранти та фінансування і значно посприяти поширенню біогазових установок на всій території України. Також важливим є обмін досвідом із зарубіжними партнерами для вдосконалення технологій та зниження витрат. [12, с. 172]

Таким чином, біогазова енергетика є багатофункціональним компонентом відновлюваної енергетики, що поєднує економічні вигоди з екологічними перевагами та позитивно впливає на місцевий соціально-економічний розвиток. Її впровадження та розвиток в Україні може стати одним із стратегічних напрямків у підвищенні енергетичної незалежності та сталості країни.

1.3 Роль біогазових станцій у підвищенні енергетичної незалежності:
теорія та закордонний досвід

Енергетична незалежність є критично важливим елементом економічної та національної безпеки країни. Вона означає здатність держави забезпечити себе достатніми обсягами енергоносіїв, щоб уникнути залежності від іноземних постачальників, особливо під час кризових ситуацій або політичних конфліктів. Як зазначає Пришляк Н., на сучасному етапі проблема енергетичної незалежності особливо актуальна для України, оскільки держава поступово вичерпує основні запаси традиційних енергетичних ресурсів, що підвищує ризики економічної нестабільності та геополітичних ускладнень. [14, с. 148]

Поняття енергетичної незалежності охоплює не тільки забезпечення фізичного доступу до енергоресурсів, але й їхню стабільну доступність за прийнятними цінами. В цьому контексті диверсифікація джерел енергії є основним стратегічним напрямом для забезпечення стійкості енергосистеми. Диверсифікація включає розвиток відновлювальних джерел енергії, таких як біогазові станції, що забезпечують країну альтернативними видами палива та дозволяють знизити залежність від викопних палив.

Біогазові станції відіграють важливу роль у системі забезпечення енергетичної незалежності, оскільки використовують місцеві сировинні ресурси, зокрема відходи сільського господарства та промисловості. Ці відходи можуть бути перероблені на біогаз, який стає джерелом енергії для електрогенерації та теплопостачання. [17, с. 324] Використання біогазу допомагає зменшити витрати на імпорт енергоносіїв та стимулює розвиток внутрішнього енергетичного сектору, що також створює нові робочі місця у сільських регіонах і покращує економічне становище громад. [14, с. 147]

Згідно з аналізом науковців, важливою складовою енергетичної незалежності є підтримка сталої політики держави в енергетичному секторі, зокрема впровадження податкових пільг для виробників біогазу та встановлення «зелених» тарифів для енергії, отриманої з відновлювальних джерел. Досвід багатьох країн, таких як Данія та Швеція, показує, що ефективне державне регулювання здатне стимулювати підприємців до інвестування в екологічні технології. Наприклад, Данія запровадила податкові механізми, що стимулюють

розвиток відновлюваних джерел енергії та сприяють зниженню викидів парникових газів, що також сприяє досягненню енергетичної незалежності. [15, с. 146]

Тому, енергетична незалежність – це спроможність країни самостійно та в повному обсязі забезпечити роботу енергетичних потужностей для задоволення усіх внутрішніх потреб в електроенергії повною мірою, сюди входить сировинне, технологічне, законодавче та інші забезпечення. Це є стратегічно важливою метою, яка досягається через диверсифікацію енергоресурсів, розвиток відновлюваних джерел енергії та зменшення залежності від імпортованих палив. Біогазові станції стають значним компонентом цього процесу, оскільки вони допомагають використовувати внутрішні ресурси, знижують екологічне навантаження та забезпечують стабільність енергетичного сектору країни.

Біогазові станції відіграють важливу роль у зміцненні енергетичної незалежності, особливо для країн з високою залежністю від імпорту енергоносіїв, таких як і Україна. Використання біогазу дозволяє зменшити обсяг імпортованих ресурсів, заміщуючи їх відновлюваними джерелами, виробленими всередині країни. [14, с. 147] Це не тільки забезпечує стабільність енергопостачання, але й знижує ризики, пов'язані з коливанням світових цін на викопне паливо, політичними конфліктами і загрозою енергетичних криз.

Використання місцевих органічних відходів дозволяє зменшити обсяги сировини, яка могла б просто утилізуватися або накопичуватися, створюючи екологічні проблеми. Використання енергетичних культур для виробництва біогазу сприяє економічному розвитку сільських районів, адже створює попит на місцеву сировину, що сприяє зміцненню внутрішнього ринку та зменшенню залежності від імпортованого палива. [15, с. 146]

Біогазові станції здатні забезпечувати автономне енергопостачання окремих підприємств і громад. Це особливо важливо для аграрних та промислових регіонів, де біогазові установки можуть забезпечити безперебійне постачання енергії навіть у періоди енергетичних криз. Крім того, така енергетична автономія знижує витрати на транспортування та закупівлю

викопного палива, створює робочі місця, що прискорює розвиток регіонів та сталого енергоспоживання. [17, с. 324]

Біогазові установки сприяють децентралізації енергетичної системи, дозволяючи регіонам ставати менш залежними від центральних електромереж. Це забезпечує стійкість енергетичних систем у віддалених або сільських районах, які часто зазнають труднощів з підключенням до централізованих постачальників електроенергії. Наприклад, біогазові станції можуть виробляти електроенергію та тепло для забезпечення місцевих потреб, що зменшує навантаження на національні мережі та підвищує енергетичну безпеку країни в цілому. Важливою перевагою є також можливість продажу надлишкової енергії до місцевих та національних енергомереж, що підвищує фінансування місцевих громад. [14, с. 148]

Тому розвиток біогазових станцій в Україні є вагомим кроком до підвищення енергетичної незалежності, оскільки вони сприяють зменшенню імпортозалежності, забезпечують стабільне постачання енергії, особливо для віддалених регіонів, та надають економічні й екологічні вигоди. [17, с. 325] Про це говорить і міжнародний досвід.

Європейські країни, таких як Німеччина, Данія та Швеція, мають розвинені програми підтримки біогазової енергетики, що є одним із ключових факторів енергетичної незалежності та екологічної безпеки. Ці країни досягли значних успіхів у створенні потужних біогазових систем, які не лише сприяють економічній стійкості, але й забезпечують стабільність енергопостачання, використовуючи місцеві ресурси. Розглянемо, як кожна з цих країн застосовує біогазові технології для досягнення енергетичної незалежності та скорочення залежності від викопного палива.

Німеччина є одним із лідерів у галузі біоенергетики, активно впроваджуючи біогазові станції, що використовують відходи сільського господарства, харчової промисловості та інші органічні матеріали. Програма «Energiewende» сприяла розвитку відновлюваних джерел енергії, зокрема біогазу, завдяки державним субсидіям і тарифам на екологічно нейтральний газ.

Німеччина також застосовує спеціальні пільги та програми кредитування для стимулювання інвестицій у біогазові проекти, що дозволяє виробникам біогазу ефективно конкурувати з традиційними джерелами енергії. [14, с. 147]

Ключовим моментом успіху є підтримка дрібних і середніх аграрних підприємств, що дозволяє розвивати біогазові установки навіть у віддалених регіонах країни. Це сприяє децентралізації енергопостачання, забезпечуючи енергетичну автономію сільських районів та знижуючи імпортозалежність на рівні громад.

Данія, одна з найбільш енергоефективних країн Європи. Ще з 1980-х років там запроваджено енергетичний податок на викопні види палива, що стало важливим стимулом для розвитку відновлюваної енергетики. За рахунок державного субсидування біогазових проектів та встановлення сприятливих тарифів для виробників біогазу Данія досягла значного зменшення використання викопних енергоносіїв. Це дозволило країні отримувати до 65% своєї енергії з відновлюваних джерел, серед яких біогаз відіграє важливу роль.

Данія використовує концепцію «енергетичних островів» і децентралізованих систем, в які інтегруються біогазові станції. Енергетичні острови являють собою штучні острови у морі, які створюються виключно для вироблення «зеленої» енергії: вітрової, сонячної тощо. Такий підхід сприяє енергетичній незалежності регіонів і дає можливість органічно впроваджувати відновлювані джерела у загальнонаціональну енергосистему. Крім того, Данія активно застосовує технології зменшення викидів парникових газів, роблячи біогазову енергетику не лише економічно, але й екологічно вигідною. [14, с. 148]

У Швеції біогаз використовується не лише для виробництва електроенергії, а й для потреб транспорту. Країна активно розвиває програму перетворення біогазу на паливо для автомобілів і громадського транспорту, що дозволило значно знизити залежність від нафти і зменшити викиди вуглекислого газу. Швеція також запровадила вуглецевий податок, який стимулює підприємства переходити на біогаз та інші відновлювані джерела енергії.

Шведський уряд субсидує будівництво біогазових станцій і сприяє використанню місцевих ресурсів для виробництва біогазу, що сприяє сталому розвитку сільського господарства та утилізації відходів. Це особливо важливо для країни, де велика частина населення мешкає в сільських районах. Таким чином, розвиток біогазових технологій у Швеції не лише сприяє енергетичній незалежності, але й позитивно впливає на розвиток регіонів, знижуючи екологічне навантаження. [14, с. 147]

Загальною рисою для Німеччини, Данії та Швеції є державна підтримка і стимули для розвитку біогазової енергетики, що дозволило цим країнам значно знизити використання викопних палив та забезпечити часткову енергетичну незалежність. Хоча підходи дещо відрізняються, всі три країни використовують біогаз не лише як джерело енергії, а й як інструмент для зменшення викидів вуглекислого газу, що сприяє боротьбі зі змінами клімату. Крім цих країн у світі є сім країн, які виробляють 100% своєї електроенергії з відновлюваних джерел енергії. Дві з цих країн у Європі – це Албанія та Ісландія. Наближається до цього показника і Норвегія, яка зараз виробляє 98,4% енергії з відновлюваних джерел. [18]

Досвід цих країн може бути корисним для України, де розвиток біогазових станцій здатний забезпечити значні економічні та екологічні вигоди. Важливим кроком є адаптація податкових стимулів і створення державних програм підтримки біогазової енергетики, що зробить цю галузь привабливою для інвесторів і сприятиме досягненню енергетичної незалежності України.

Підсумовуючи дослідження даного розділу скажемо, що енергетична безпека – це важлива частина безпеки цілої країни, яка в свою чергу складається з таких складових, як диверсифікація джерел та видів енергії в системі, децентралізація енергетичної інфраструктури, посилення захисту об'єктів енергетики від фізичної, військової та кібернетичної шкоди, популяризація корисних практик та інтеграція з енергетичною системою ЄС. Добре розвинена у Європі біогазова енергетика в Україні знаходиться на етапі становлення, однак з досвіду інших країн добре відомо про її економічні, безпекові та екологічні

переваги. Розвиток біогазової енергетики, як частини відновлюваної енергетики, сприяє розвитку енергетичної безпеки та енергетичної незалежності. Остання означає здатність покрити сировинну, технологічну та інші потреби виключно внутрішнім ресурсом країни, в чому біоенергетика має великий потенціал саме для України. Також це видно з досвіду інших країн, наприклад розглянутої вище Норвегії, що виробляє 98,4% споживаної енергії з власних, і при тому відновлюваних, ресурсів.

РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПЕРЕВАГ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

2.1 Огляд поточного стану біогазової індустрії в Україні

Становлення біогазової індустрії в Україні є важливим кроком на шляху до енергетичної незалежності, безпеки та екологічної стійкості країни. На тлі світової тенденції до зниження залежності від викопних енергоресурсів біогазова енергетика відіграє ключову роль у зміцненні енергетичної безпеки та використанні місцевих ресурсів. Вона дозволяє ефективно використовувати відходи аграрного сектору та інших органічних матеріалів, що сприяє заміщенню імпортованих енергоносіїв і знижує залежність від традиційних джерел енергії.

Біогазові установки, які виробляють енергію з біомаси, не тільки забезпечують постійне постачання енергії, але й сприяють зменшенню викидів парникових газів, що важливо для України, яка прагне зменшити свій вуглецевий слід та відповідати європейським екологічним стандартам. [14, с. 148] Крім того, розвиток біогазових станцій відкриває можливості для залучення інвестицій у сільську місцевість, де такі проєкти забезпечують нові робочі місця, підтримують місцевий бізнес і сприяють економічному відродженню регіонів.

В даному підрозділі проведемо детальний аналіз поточного стану біогазової індустрії в Україні. Особливу увагу варто звернути на кількість та розташування біогазових станцій, джерела сировини, законодавчі бази та рівень державної підтримки для галузі.

Фурман І.В. аналізуючи історію розвитку біогазової галузі в Україні, ділить її на кілька етапів. Період початку 1990-х років характерний переходом до ринкової економіки, саме тоді у сільському господарстві відбулися значні зміни: радгоспи і колгоспи переходили у володіння приватних підприємців. І хоч перші спроби використання біомаси для виробництва енергії почалися в цей період, все

ж розвиток галузі був обмеженим через відсутність фінансування та відсутність технологічного обладнання. [50, с. 2]

З середини 1990-х років і до початку 2000-х влада почала підтримувати розвиток відновлюваних джерел енергії, у тому числі й біоенергетики. Виробництво та використання біопалив та біогазу стимулювали законодавчо та через певні програми.

У період 2000-х років в Україні зросло зацікавлення у вирощуванні енергетичних культур, а саме ріпаку, сої, соняшнику тощо, які мали використовуватись для виробництва біопалив. Також були запуснені кілька проєктів виробництва біогазу з біомаси та відходів сільського господарства.

З 2010 року в Україні продовжується подальший розвиток галузі. З'явилося багато нових підприємств з виробництва біопалив та біогазу, як і нових законодавчих актів, спрямованих на підтримку виробництва енергії з відновлюваних джерел.

Україна має значний потенціал для розвитку біогазової енергетики завдяки багатим ресурсам у вигляді сільськогосподарських відходів, побутових відходів, залишків від промислового виробництва та тваринництва. Потенціал розширення системи біогазових установок по країні ще підсилюється розвиненою газово-транспортною системою, яка дає можливість закачувати збагачений біогаз в мережу природного газу, адже вони ідентичні за фізичними властивостями. [20]

Перед тим як розглянути біогазову інфраструктуру України, подивимось динаміку будування нових біогазових станцій в країнах ЄС, див. Рис.2.1. Як бачимо протягом трьох років з 2020 по 2022 в Європі спостерігається зростаюча позитивна динаміка – до 20% новопобудованих об'єктів щорічно, це сотні заводів.

В Україні біогазова індустрія також зростає, хоча її розповсюдження нерівномірне і зосереджене переважно в регіонах з розвиненим сільським господарством, де є доступ до великої кількості органічної сировини. Станом на сьогодні в Україні функціонують понад 80 біогазових установок, і більшість з

них знаходяться у центральних та західних областях України, таких як Вінницька, Київська, Львівська області. [26] Ці регіони мають сприятливі умови для роботи біогазових станцій завдяки розвиненій інфраструктурі та близькості до джерел сировини.

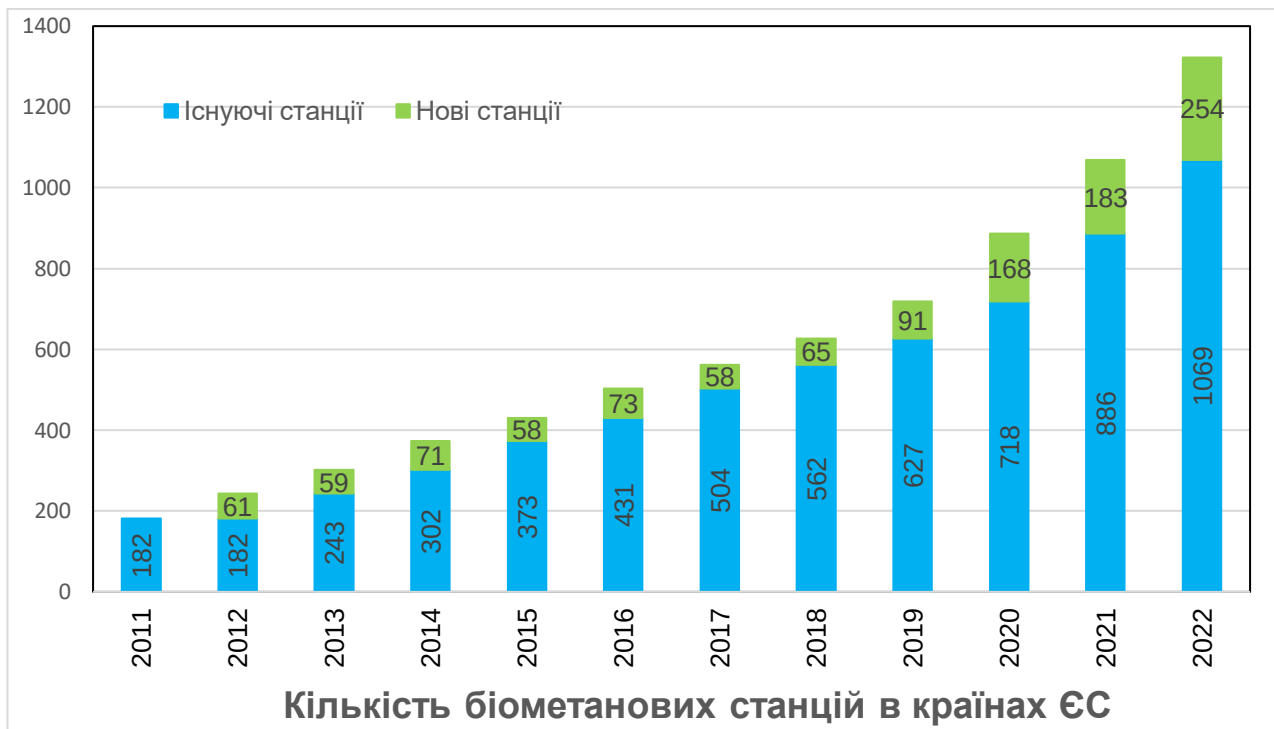


Рис.2.1. Зростання кількості біометанових станцій в країнах ЄС

Джерело: сформовано за даними [23]

Взагалі величезне значення для розвитку даної галузі має рівень розвитку газотранспортної інфраструктури (ГТС) України. ГТС України, по-перше, є важливим компонентом критичної інфраструктури, що має стратегічне значення не лише для країни, але й для європейських партнерів. Українська ГТС здійснює транспортування природного газу як до внутрішніх споживачів, так і до країн ЄС. [32, с. 2] В Україні законодавчо сформовано центральний орган – оператор газотранспортних систем, [30] який відповідно до закону забезпечує стає функціонування, експлуатацію, ремонти мереж та газових систем, спроможність ГТС задовольняти потреби у транспортуванні природного газу, можливість розвитку ГТС при зростанні потреб в обсягах транспортування, співпрацю з операторами суміжних систем, оперативно-диспетчерське управління

транспортуванням природного газу, а також підтримку його якісних та кількісних параметрів у газотранспортній системі та в точках входу та виходу.

Україна займає п'яте місце у світі за протяжністю трубопроводів, це одна з найбільших систем у світі: на балансі оператора ГТС України знаходиться, див. рис.2.2., понад 37 тис. км газопроводів, які потребують постійного моніторингу та обслуговування, що особливо актуально в умовах війни.

Українська ГТС забезпечує безперебійний транзит та транспортування газу завдяки кваліфікованим діям усіх операторів та аварійних служб, які здійснюють діагностику і ремонт для запобігання аварійним ситуаціям: проводиться внутрішньотрубна діагностика магістральних газопроводів з використанням сучасних технологій, таких як інтелектуальні поршні ROSEN та інші, що дозволяють виявляти приховані дефекти та запобігати можливим аваріям. [33, с. 65]



Рис.2.2. Газотранспортна мережа України

Джерело: [31]

Незважаючи на численні виклики, включно з пошкодженнями через війну та значне скорочення транзиту російського газу до Європи, ГТС України має значний потенціал для розвитку біогазового сектору. Це можливе завдяки великим підземним газовим сховищам, що можуть бути використані для зберігання біогазу та біометану, виробленого з вітчизняної сировини. Європейські партнери зацікавлені у співпраці з Україною для збереження стабільного постачання енергоресурсів, особливо в періоди високих цін на енергоносії. [14, с. 97]

За даними, наведеними в матеріалах Бигу Ж. М. [34], українська ГТС має пропускну здатність до 146 млрд куб. м газу на рік, що цілком дозволяє використовувати її як транспортну систему для біогазу, а за словами директора із зовнішньоекономічних відносин ГК «Нафтогаз України» Олексія Лукашука, мережа абсолютно точно здатна прийняти і транспортувати будь-які прогнозовані обсяги виробництва біогазу. Це забезпечить можливість експорту біогазу до країн ЄС, які прагнуть заміщення викопних енергоносіїв на екологічно чисті джерела. ГТС також має значний потенціал для розвитку виробництва та транспорту біогазу в Україні, що підвищить енергетичну незалежність та зменшить залежність від традиційних видів палива, особливо в умовах воєнного стану та глобальної енергетичної кризи.

Тепер розглянемо динаміку виробництва біогазу. В ЄС виробництво біогазу та біометану демонструє постійне зростання, підтверджуючи свою важливу роль у декарбонізації економіки та забезпеченні енергетичної незалежності. У 2022 році виробництво біогазів у Європі досягло 21 млрд м³ [35], що еквівалентно 6% споживання природного газу в ЄС. Лише виробництво біометану зросло на 20% порівняно з 2021 роком [35], сягнувши 4,2 млрд м³, див. рис.2.3.

Ключовими особливостями розвитку біогазової індустрії в ЄС є інтеграція біометану до загальної газової мережі та його широке застосування в різних секторах. Наприклад, у Данії біометан вже становить 40% у газовій мережі, і країна планує повністю замінити споживання природного газу біометаном до

2030 року. Подібні ініціативи втілюються й у інших країнах ЄС, що дозволяє значно знизити залежність від імпортованих енергоносіїв та скоротити викиди парникових газів. [35]

Перспективи розвитку біогазового сектору в ЄС є значними. За прогнозами, до 2030 року виробництво біометану може досягти 35 млрд куб. м за умови щорічного зростання на 30%. Це потребує оптимізації ринкових умов, прискорення дозвільних процесів для запуску нових проєктів та збільшення інвестицій у біогазову інфраструктуру. Екологічні переваги також відіграють важливу роль: у 2022 році біогазові установки ЄС згенерували 31 млн тонн залишкового дигестату, що може замінити до 15% попиту на азотні добрива в ЄС, зменшуючи використання природного газу на 2 млрд м³ та скорочуючи викиди вуглекислого газу на 10 млн тонн. [35]

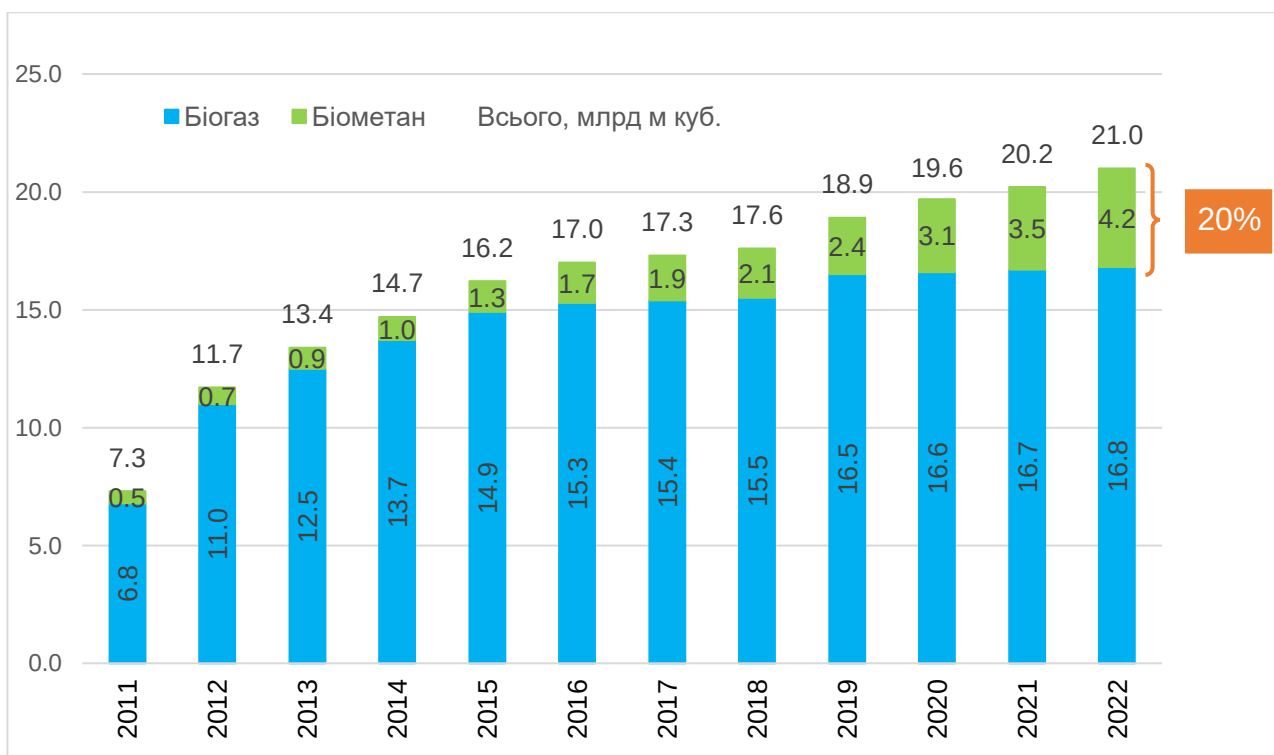


Рис.2.3. Виробництво біогазу та біометану в країнах ЄС, млрд м³

Джерело: сформовано за даними [23]

Таким чином, розвиток біогазової індустрії в ЄС є прикладом ефективного підходу до переходу на відновлювані джерела енергії, що забезпечує

енергетичну безпеку та сприяє сталому розвитку. Європейський досвід може слугувати орієнтиром для України у побудові ефективної біогазової галузі.

На сьогодні в Україні обсяги виробленого біогазу ще далекі від потенціалу, який має країна. Основні потужності зосереджені на великих біогазових установках, що забезпечують енергію для аграрних підприємств та виробляють біогаз із сільськогосподарських відходів. Виробництво біопалив в Україні теж щороку зростає, у 2020 році біоенергетика заміщувала 5,2 млрд куб. м природного газу, це 4438 тис. т нафтового еквіваленту за даними державної служби статистики, див. Рис.2.4. [27] Того ж року Україна спожила біля 30 млрд куб. м газу, і хоча обсяг виробленої енергії з біогазу в Україні поки що не дозволяє повністю забезпечити потреби в енергії регіонального чи національного рівня, однак вона стає значущою частиною місцевих енергетичних балансів. Також біогазові станції використовуються для забезпечення енергопотреб окремих підприємств і можуть бути підключені до національної енергомережі, якщо вони виробляють надлишок електроенергії.

Європейська економічна комісія ООН оцінила виробництво саме біогазу в Україні в 2021 році в 125 тис. т н.е. або в 150 млн куб. м. А до 2035 року комісія прогнозує виробництво в 2 млрд куб. м біогазу. [37, с. 21] В цілому біоенергетика України щороку зростає на 11%, не кожна галузь має такі показники. [36]

Основними джерелами для виробництва біогазу в Україні є сільськогосподарські відходи, такі як солома, залишки культур, органічні відходи з агропідприємств; тваринницькі відходи, включаючи гній та інші органічні залишки з ферм, що вважаються якісною сировиною для біогазових станцій; промислові відходи харчової промисловості, відходи з молокозаводів, цукрових та спиртових заводів; комунальні та побутові органічні відходи, які можуть бути перероблені для отримання біогазу, що одночасно дозволяє вирішити питання утилізації сміття та забезпечити додаткове джерело енергії.

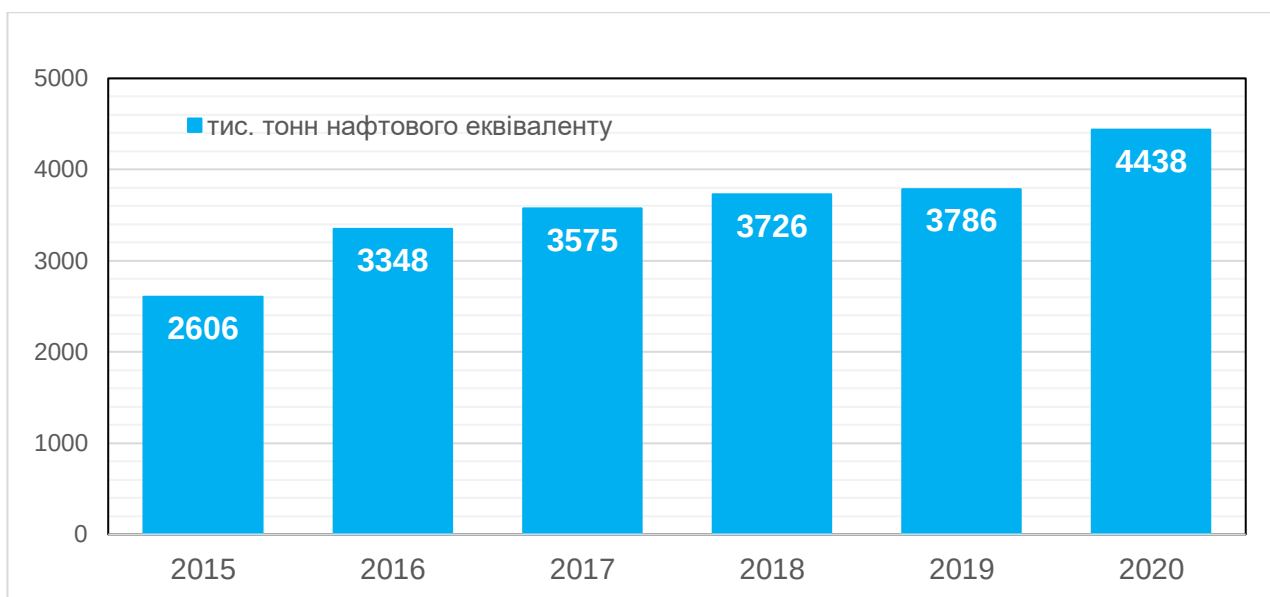


Рис.2.4 Виробництво біопалив в Україні по роках

Джерело: сформовано за даними [27]

Таким чином, біогазова індустрія в Україні має значний потенціал з точки зору розвитку інфраструктури та технологій, і може стати важливою складовою енергетичного балансу країни, сприяючи зниженню залежності від традиційних викопних видів палива та підвищенню енергетичної незалежності. Однак для розкриття цього потенціалу необхідні подальші інвестиції, розвиток інфраструктури та стимулювання інтересу підприємств до переходу на використання біогазу.

Розвиток біогазової індустрії в Україні також має значний економічний потенціал, що зумовлюється зростаючим попитом на відновлювані джерела енергії, зокрема в умовах енергетичної кризи. Висока енергоємність економіки України та необхідність зниження залежності від імпортованих енергоносіїв роблять інвестиції в біогазові проекти стратегічно важливими.

Інвестиції у біогазові проекти в Україні постійно зростають, особливо зростали після впровадження «зеленого» тарифу, який стимулював розвиток відновлюваних джерел енергії. За даними Біоенергетичної асоціації України, станом на 2022 рік, загальний обсяг інвестицій у біогазові установки перевищив 200 млн євро. Основними джерелами фінансування є міжнародні організації, такі

як Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) та Міжнародна фінансова корпорація (IFC), а також державні програми стимулювання «зеленої» енергетики. На даному етапі «зелений» тариф для новопобудованих станцій буде невигідний, тому багато підприємств віддають перевагу будівництву збагачувальних установок щоб виробляти не електроенергію, а якісний збагачений біометан ідентичний природному газу, що відповідатиме вимогам ЄС і в своїй більшості буде спрямований на експорт.

Економічна ефективність біогазових станцій в Україні залежить від кількох ключових чинників: доступності сировини, логістичних витрат, а також можливості продажу надлишкової електроенергії за «зеленим» тарифом. Завдяки цьому тарифу, який значно перевищує вартість традиційної електроенергії, підприємства отримували стимул для впровадження біогазових технологій, однак зараз він актуальний до 2030 року лише для діючих станцій, що побудовані та введені в експлуатацію до 2024 року, інші ж об'єкти вимушені будувати свою модель без врахування тарифу, адже після 2024 року він зменшиться, а за час війни взагалі є випадки неповних виплат згідно тарифу. Ще, біогазові станції зменшують витрати на утилізацію органічних відходів, а також створюють побічну продукцію у вигляді органічних добрив, що є додатковим джерелом доходу для аграрного сектора.

Собівартість виробництва біометану коливається в межах 600-800 євро за 1 тис. куб. м, тоді як його ціна на європейських ринках може досягати 900 євро і більше. Для досягнення рентабельності важливо орієнтуватися на експорт, оскільки внутрішня ціна на біометан в Україні визначається вартістю природного газу, яка є нижчою за європейську. Європейська влада надає премії виробникам біогазу, що використовують певні екологічні види сировини: найбільш вигідними є проекти, що використовують гноївку ВРХ, свиней або курячий послід – вони мають можливість отримувати премію до 1 тис. євро за 1 тис. куб. м біометану. Використання відходів сільськогосподарського виробництва, таких як солома чи покривні культури, також має економічні переваги завдяки премії близько 500 євро на 1 тис. куб. м. Однак виробництво з

основних культур, таких як силос кукурудзи, менш вигідне через низьку премію в 100–200 євро, хоча і такі сировину все ж застосовують. [26]

Інша справа, що великі проекти, такі як «Теофіпольська енергетична компанія» на Хмельниччині, що виробляє 56 млн куб. м біометану на рік, демонструють високу рентабельність завдяки ефекту масштабу. Водночас малі установки можуть бути рентабельними лише за умов використання дешевої сировини або локальних ринків збуту.

Вигідною моделлю виробництва біогазу дійсно є перехід від виробництва електроенергії до біометану. Більшість з існуючих 80 біогазових установок в Україні виробляють електроенергію з біогазу. Проте конверсія на виробництво біометану є економічно вигіднішою завдяки вищій рентабельності продукції, особливо з огляду на відкриття експортних можливостей після ухвалення законопроекту №9456.

Деякі компанії, наприклад «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія», вже впроваджують моделі експорту біометану у зрідженому вигляді – LNG, що дозволяє уникнути залежності від трубопровідної інфраструктури та отримати премію за високу якість палива. Цей спосіб транспортування газу має свої особливості, потребує вартісного парку автомобілів, однак незалежний від ГТС. Також ця сфера виробництва біогазу характерна мінімальним втручанням держави у процеси реалізації та транспортування, тому підприємці, які бажають мінімізувати сторонній вплив на їхню діяльність, обирають цю технологію поводження з біогазом.

Підтримка європейських ринків є суттєвою можливістю для українських виробників отримати вигідні умови та кращі цінові пропозиції. Завдяки амбітним цілям ЄС щодо збільшення виробництва біометану до 35 млрд куб. м до 2030 року [35], Україна має потенціал зайняти до 20% цього ринку. Відсутність конкуренції у цій ніші дозволяє українським виробникам успішно інтегруватися у європейський енергетичний ринок, використовуючи свою сировинну базу та географічну близькість. [26]

Рентабельність біогазових станцій в Україні є значною за умови використання вигідних моделей виробництва, орієнтованих на експорт та оптимізацію сировинної бази. Інтеграція українських виробників у європейський ринок біометану, стимулювання масштабних проєктів та підтримка на законодавчому рівні створюють перспективи для подальшого розвитку галузі, яка сприяє енергетичній незалежності країни та її сталому економічному розвитку.

Україна має кілька успішні приклади реалізації біогазових проєктів. Зокрема, агрохолдинг «МХП» запустив одну з найбільших біогазових станцій у Європі «Біогаз Ладизин», Рис.2.5, потужністю 12 МВт. Ця установка переробляє відходи птахофабрик, генеруючи електроенергію, яка продається за «зеленим» тарифом, та забезпечує потреби підприємства в енергії. Інший успішний проєкт – станція компанії «Астарта-Київ» у київській області, що використовує відходи цукрового виробництва для виробництва біогазу та отримання органічних добрив.



Рис.2.5. Біогазовий завод «Біогаз Ладизин» побудований ПрАТ «МХП»

Джерело: [40]

Розвиток біогазової індустрії в Україні значною мірою залежить від підтримки держави та відповідної законодавчої бази, що регулює її діяльність. Закон України «Про альтернативні види палива» регулює основні аспекти поводження з біогазом. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» створює сприятливі умови для стимулювання виробництва біогазу, надаючи можливість інвесторам продавати вироблену енергію за пільговим тарифом, що покриває витрати на виробництво та дозволяє забезпечувати прибуток від таких проєктів. Закон України «Про пестициди і агрохімікати» регулює поводження з дигестатом – другим продуктом роботи біогазової станції. Також важливим є Закону України «Про стандартизацію», що регулює ліцензування галузі.

Додатково, Податковий кодекс України передбачає звільнення від ввізних мит на імпорт обладнання для виробництва відновлюваної енергії, що включає техніку для біогазових установок. Це полегшує фінансове навантаження на підприємства і сприяє залученню іноземних інвестицій у галузь. У таких умовах ринок біогазових технологій стає привабливішим як для національних, так і для міжнародних інвесторів, особливо враховуючи перспективи енергетичної незалежності.

На державному рівні розроблено програми, які спрямовані на розвиток відновлюваної енергетики, серед яких біогазові технології займають важливе місце. Так, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України активно працює над підтримкою біогазових проєктів. Воно сприяє інформаційному забезпеченню та організовує консультації для зацікавлених сторін, а також активно залучає міжнародну підтримку через гранти та кредити від міжнародних фінансових організацій.

Крім цього, Україна співпрацює з країнами ЄС у напрямку розвитку зеленої енергетики. ЄС підтримує проєкти з розвитку біогазових технологій у рамках своєї стратегії переходу на відновлювані джерела енергії. Ця співпраця відкриває доступ до європейських фондів, які забезпечують фінансування для реалізації біогазових проєктів і дозволяють Україні адаптувати європейські підходи до розвитку відновлюваної енергетики.

Економічні аспекти розвитку біогазової індустрії в Україні демонструють великий потенціал для збільшення частки відновлюваних джерел енергії. Інвестиції у біогазові станції забезпечують не лише економічну вигоду для підприємств, але й сприяють покращенню енергетичної безпеки країни. Успішний досвід реалізації проєктів свідчить про перспективність цієї галузі, яка, за належної державної підтримки, може стати важливим компонентом сталого енергетичного розвитку України.

Попри позитивну динаміку, інвестиційний клімат у біогазовій індустрії все ж залишається складним через нестабільність нормативно-правової бази та високі початкові витрати на впровадження технологій. Крім того, через війну в Україні зросли ризики для інвесторів, що може сповільнити реалізацію нових проєктів. Розглянемо основні організаційні проблеми галузі, до яких належать недостатнє фінансування, технологічні бар'єри та недосконалість нормативно-правової бази.

Біогазові проєкти потребують значних капіталовкладень на етапах планування, будівництва та запуску. Високі витрати на обладнання, інфраструктуру для транспортування сировини і виробництва газу є серйозними перешкодами, особливо для малого та середнього бізнесу, що прагне інвестувати в біогаз. Доступ до кредитів обмежений через високі ризики, які банки пов'язують із біогазовою галуззю, а державна підтримка у вигляді субсидій та спеціальних програм є недостатньою.

Виробництво біогазу є високотехнологічним процесом, який вимагає дорогого спеціалізованого обладнання, такого як системи зброджування та біореактори, а також висококваліфікованого персоналу. Недостатність технічної експертності та потреба в постійному обслуговуванні робить цей процес економічно затратним для невеликих виробників. [20] Вартість обслуговування та заміна компонентів можуть значно знижувати рентабельність проєктів, особливо в умовах високих цін на технології та обмеженого доступу до імпортного обладнання.

Відсутність достатнього нормативно-правового регулювання галузі в Україні робить процес господарювання досить специфічним і складним. Хоча вже прийнято низку законів, спрямованих на підтримку відновлюваних джерел енергії, нормативна база для біогазової індустрії залишається недостатньо розвиненою. Відсутність чітких стандартів, процедур для встановлення та ліцензування біогазових установок ускладнює розвиток інфраструктури галузі та реалізацію біометану. На місцевому рівні часто бракує програм підтримки або ж вони є недоступними через складні бюрократичні процедури. Недосконала нормативна база також впливає на доступ до земельних ресурсів для встановлення біогазових станцій, що особливо відчутно в аграрних регіонах з високим потенціалом для виробництва біогазу. [20]

Таким чином, для успішного розвитку біогазової індустрії в Україні необхідно забезпечити підтримку з боку держави, покращити доступ до фінансування, стимулювати впровадження нових технологій і створити сприятливі нормативно-правові умови. Подолання цих викликів допоможе Україні ефективніше використовувати існуючий біогазовий потенціал та наблизитися до енергетичної незалежності.

2.2 Економічні вигоди від впровадження біогазових станцій

Сучасна економіка потребує відновлюваних та економічно вигідних джерел енергії, здатних забезпечити стійкість та енергетичну незалежність. З огляду на це біогазові станції відіграють важливу роль, оскільки дозволяють ефективно використовувати органічні відходи та отримувати від них відновлюваний газ, який заміщує природний. Це особливо актуально для України, яка є аграрною державою з великим обсягом доступних органічних відходів, що може слугувати основною сировиною для виробництва біогазу.

Метою цього підрозділу є аналіз економічних вигід від впровадження біогазових станцій, а саме їхньої здатності скорочувати витрати на енергоресурси, стимулювати розвиток регіонів та забезпечувати додаткові

джерела доходів через продаж побічних продуктів. Окрім цього, впровадження біогазових технологій дає змогу зменшити екологічне навантаження та витрати на утилізацію відходів, що має значний економічний ефект для місцевих підприємств та громад.

Економічні вигоди від впровадження біогазових станцій є багатограними, оскільки вони впливають на скорочення енергозалежності, підвищення рентабельності підприємств та зниження витрат на енергоносії. Виробництво біогазу сприяє стабільності і економії за рахунок використання місцевих ресурсів, що є особливо цінним для країн з високою залежністю від імпортного палива, таких як Україна.

Якщо підприємство вже займається виробництвом, то біогазові установки дозволяють знизити витрати на енергію, оскільки електрична та теплова енергія, вироблені з біогазу, можуть використовуватися на власні потреби. Таке додаткове джерело енергії надає можливість підприємствам зменшити залежність від зовнішніх постачальників енергії, особливо у нестабільних ринкових умовах. Іншими словами, біогаз дозволяє підприємствам зберегти стабільний рівень продуктивності та знизити операційні витрати. [42] У процесі виробництва біогазу також утворюються побічний продукт, органічні добрива, який може використовуватися в сільському господарстві. За оцінками експертів, такі добрива мають високий вміст фосфору і можуть знизити потребу в хімічних добривах, що також позитивно впливає на економічні показники фермерських господарств.

За даними, наведеними у дослідженні Вовк В.Ю. [41], собівартість виробництва 1000 м³ біогазу в 2022 році становила від 11 до 13,2 тисяч гривень, тоді як його ринкова вартість для промисловості у жовтні 2022 року досягала 50 тисяч гривень за 1000 м³ після очищення від вуглекислого газу, а станом на листопад 2024 року складає від 18,2 до 20 тисяч гривень. Це означає, що впровадження біогазових станцій дозволяє підприємствам отримувати значний економічний ефект за умови високої ціни природного газу на ринку.

Будівництво нового заводу потужністю виробництва в 10 млн м³ біометану на рік коштуватиме до 16 млн євро, інформація Гелетухи Г. голови Біоенергетичної асоціації України. [40] Тому можна передбачити, що за ціни 1500 євро за 1000 м³ і річного доходу в 15 млн євро окупність цього заводу очікується за 2-3 роки, а за ціни 1000 євро і річного доходу 10 млн євро – окупність заводу складе біля 5 років. Однак найближче місце, де можуть запропонувати подібні ціни на газ, це ЄС, тому більшості виробників щоб досягти високих показників рентабельності слід орієнтуватися на експорт. А з розрахунків Гелетухи Г. та Кравчука С. ціна на газ нижче 700 доларів США унеможливило рентабельне виробництво біометану.

Щодо загальнодержавних економічних переваг розвитку галузі біогазу, то вони суттєві і відзначаються на макроекономічному рівні. Дослідження Інституту економіки та прогнозування НАН України демонструють, що сталий розвиток біогазового сектора може позитивно вплинути на ВВП України, збільшуючи його на 0,3% у 2025-2029 роках, та підтримати такі галузі, як машинобудування та будівництво. [41]

Використання біогазових установок дозволяє суттєво зменшити витрати на енергоресурси, особливо в сільськогосподарському секторі, де є доступ до значних обсягів відходів для виробництва біогазу. Наприклад, розраховано, що за умов стабільного розвитку виробництва біогазу економічно доцільний потенціал цього сектора може сягнути 9,9 млн тонн н.е. до 2030 року [41], що є вагомим внеском у загальну енергетичну ефективність країни та допомагає замінити викопні види палива на місцеві відновлювані ресурси.

Запуск біогазових проєктів сприяє розвитку локальних економік і створенню робочих місць у регіонах, що особливо важливо для сільської місцевості, де безробіття тільки зростає. Біогазові станції вимагають обслуговування, управління, а також процесів збору та транспортування біомаси, що генерує попит на працівників у різних сферах, від аграрного сектора до енергетичних технологій.

Завдяки значному потенціалу відновлюваної енергетики, біогазова галузь України має можливість залучати іноземні інвестиції. Державна підтримка, включаючи субсидії та інші стимули для зелених проєктів, також є важливою частиною розвитку сектора. Це дозволяє не тільки збільшити обсяг інвестицій, але і сприяє розвитку сучасних екологічно чистих технологій, що підвищують загальну економічну ефективність біогазової галузі.

Біогазові станції в Україні вже продемонстрували низку успішних проєктів, які мають вагомий економічний вплив на місцевий та національний рівні. Наприклад, у Вінницькій області агрохолдингом «МХП» був створений біогазовий комплекс, що переробляє відходи тваринництва на енергію, забезпечуючи ферму та навколишні господарства електрикою і теплом, а також знижуючи їхні витрати на закупівлю енергоресурсів. Цей приклад демонструє значення біогазової індустрії для підвищення енергетичної автономії сільських підприємств, зменшуючи їх залежність від централізованих джерел енергії та імпорتنих енергоносіїв.

Ще один успішний приклад впровадження біогазових технологій спостерігається в рамках одного з найбільших агропідприємств у Київській області. Агрохолдинг «Астарта-Київ» для свого підприємства «Глобинський цукровий завод» побудував біогазовий комплекс на основі технології виробництва біогазу з сільськогосподарських відходів, що дозволяє підприємству знижувати операційні витрати та одночасно зменшувати вплив на навколишнє середовище. Завдяки біогазовій станції значно скоротилися викиди парникових газів і покращилася утилізація відходів, які раніше не використовувалися ефективно.

Досвід впровадження біогазових проєктів свідчить про їхню рентабельність та перспективність для України. В сільськогосподарських комплексах заходу України, наприклад «Теофіпольська енергетична компанія» в Хмельницькій області, запровадження біогазових технологій дозволило значно скоротити використання природного газу та вугілля. Це забезпечує не лише економію коштів, але й надає можливість виробляти додаткову електроенергію,

яка використовується для внутрішніх потреб або продається на енергетичному ринку.

Ці приклади показують, що біогазові станції в Україні є ефективними як для великих агропромислових комплексів, так і для малих господарств. Завдяки їхній гнучкості у використанні різних типів сировини – від тваринницьких до рослинних відходів – вони надають унікальну можливість використовувати ресурси більш раціонально та з вигодою для навколишнього середовища.

Виробництво біогазу створює побічні продукти, які треба розглядати як додаткові економічні вигоди, зокрема дигестат – залишковий матеріал після анаеробного зброджування, та тепло, яке генерується у процесі виробництва.

Дигестат, що утворюється після декомпозиції суміші та генерації біогазу, є високоякісним органічним добривом, яке може замінити або суттєво доповнити мінеральні добрива в сільському господарстві. Його використання дозволяє зменшити витрати на придбання хімічних добрив, що є особливо вигідним для аграрного сектору. На відміну від традиційних добрив, дигестат містить органічний азот і фосфор у формах, які швидко засвоюються рослинами, і має високу концентрацію поживних речовин. [32] Також дигестат сприяє покращенню структури ґрунту та його здатності утримувати вологу, що є важливим для збереження родючості землі. Використання дигестату також має екологічну перевагу, оскільки зменшує забруднення водних джерел порівняно з традиційними мінеральними добривами. Загалом це якісне органічне добриво, яке можна як використати на власному підприємстві, так і продати третім особам.

В процесі виробництва біогазу значна кількість енергії виділяється у формі тепла, яке можна використовувати для обігріву приміщень, теплиць та для інших виробничих потреб. Теплова енергія генерується двигуном-генератором електроенергії, а цей двигун охолоджується системою водяної циркуляції, тобто вода може доставляти цю теплову енергію в цільові об'єкти. Це тепло використовується на самому підприємстві для підтримки оптимальної температури в біореакторах, що підвищує ефективність процесу генерації газу.

У зимовий період, є така практика, біогазові станції можуть забезпечувати теплопостачання як виробничих, так і житлових об'єктів у прилеглих громадах, в тому числі і в першу чергу на комерційній основі, що знижує залежність від традиційних джерел тепла, таких як газ або вугілля.



Рис.2.6. Розвиток технологічних ланцюгів біогазової галузі

Джерело: [43]

Окрім названих вище додаткових джерел доходів виробників біогазу є ще технології дооснащення, які дають можливість збирати та акумулювати відфільтрований вуглекислий газ, а також окремо виробляти водень та кисень. Ці технології вже втілює передове в Україні партнерство холдингу «МХП» та німецьких компаній, див. Рис.2.6, так як Німеччина взяла чіткий курс переходу на екологічно нейтральну економіку, в якій водень займає перспективне місце з умови оптимізації відповідних технологій. [43] Якщо вуглекислий газ це постійний компонент біогазу, який фільтрують дорогим обладнанням і компресують в балонні ємності для реалізації, то виробництво водню не таке просте: вода в спеціальному електролізері під дією струму, виробленого на станції, розпадається на водень та кисень. Таким чином біогазова станція стає не

просто виробником біометану, а ще й вуглекислого газу, кисню та водню, останній з яких партнери з ЄС згодні купувати за досить високими цінами.

Реалізація побічних продуктів біогазових станцій сприяє підвищенню рентабельності таких підприємств. Підприємства одночасно можуть продавати надлишок виробленого тепла, налагоджувати менші виробництва для використання надлишкових тепла та електроенергії, укладати договори з сільськогосподарськими компаніями на постачання дигестату як добрива, реалізувати супутні гази. Таким чином, зростає економічна стійкість біогазового сектора, оскільки доходи надходять не тільки від виробництва біометану чи електроенергії, а й від реалізації супутніх продуктів.

Впровадження біогазових станцій в Україні підтримується державними, регіональними програмами та міжнародними ініціативами, що спрямовані на розвиток відновлюваної енергетики. Одна з таких програм для Київської області нещодавно розроблена та презентована, вона дає певний обсяг знань про специфіку галузі для Київської області і допомагає потенційним інвесторам зрозуміти привабливість та вигоди виробництва біометану. [44] Ці та інші стимули відіграють важливу роль у забезпеченні глобальної місії та формуванні економічної вигоди біогазових проєктів, надаючи підприємствам фінансові переваги та різносторонню допомогу, в тому числі і в залученні інвестицій.

Державні субсидії є суттєвою підтримкою для запуску біогазових проєктів, покриваючи частину початкових витрат на обладнання та будівництво. Також підприємства можуть отримати податкові пільги з податку на прибуток, на ввезення обладнання тощо, що зменшують фінансове навантаження, особливо на початкових етапах. Це знижує бар'єри для входу на ринок, особливо для малих та середніх підприємств, які розглядають можливість інвестування у відновлювані джерела енергії.

Основна субсидія, що діє для галузі в Україні – це «зелений» тариф, який надає можливість виробникам електроенергії з відновлюваних джерел продавати надлишки енергії за фіксованою вигідною ціною. Це дозволяє біогазовим станціям отримувати додатковий дохід від продажу виробленої енергії в

загальну мережу. Такий тариф не тільки підвищує рентабельність проєктів, але й стимулює підприємства використовувати більше відновлюваних джерел енергії, сприяючи зростанню сектору зеленої енергетики.

Крім внутрішніх стимулів, біогазові проєкти в Україні мають доступ до міжнародного фінансування та грантів. Наприклад, Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) та Міжнародна фінансова корпорація (IFC) надають позики під низькі відсотки або безвідсоткові гранти для розвитку біогазової індустрії, особливо з метою зниження викидів парникових газів. Такі інвестиції не тільки допомагають у фінансуванні інфраструктури, але й підтримують адаптацію сучасних технологій у біогазовому секторі України. Таким чином, державна підтримка та міжнародні програми фінансування створюють сприятливі умови для зростання біогазового сектору, надаючи економічні переваги підприємствам галузі та зменшуючи залежність від викопного палива.

Підсумовуючи даний підрозділ скажемо, що теоретично виробництво біогазу є економічно доцільною діяльністю, однак реальну рентабельність визначають ціна електроенергії та газу, державна та міжнародна підтримка. Основною статтею доходів є звісно продаж електроенергії або біометану, а додатковими – дохід від продажу чи економії на органічних добривах, тепловій енергії та супутніх вироблюваних газах: вуглекислому, водні та кисні. Однак треба враховувати, що обладнання галузі високотехнологічне та високовартісне, а процес виробництва ще й пов'язаний з постійними витратами на постачання сировини, що не характерно для інших напрямків відновлюваної енергетики.

2.3 Аналіз екологічного впливу та скорочення викидів

Аналіз екологічного впливу біогазових станцій є надзвичайно актуальним у сучасному контексті, оскільки питання охорони довкілля та скорочення викидів парникових газів стоять на передньому плані як на національному, так і на глобальному рівнях. Будівництво біогазових станцій в Україні та світі

допомагає значно зменшити негативний екологічний вплив, адже, якщо казати в загальних рисах, дозволяє утилізувати органічні відходи, зменшувати обсяги викидів метану та інших шкідливих газів. Біогазові проєкти в Україні мають значний потенціал для екологічного відновлення регіонів та зменшення залежності від викопних видів палива.

Головна екологічна перевага біогазових станцій полягає у зниженні неконтрольованих викидів метану, вуглекислого газу, сірчистих газів та оксидів азоту, що сприяє уповільненню зміни клімату. За рахунок використання органічних відходів, таких як гній, харчові та сільськогосподарські відходи, біогазові установки також сприяють зменшенню забруднення ґрунтових вод, водойм і повітря.

В цьому підрозділі детальніше розглянемо основні екологічні вигоди функціонування біогазових станцій. По-перше, вони відіграють значну роль у скороченні викидів парникових газів. Діоксид вуглецю або вуглекислий газ – найвідоміший з усіх парникових газів, однак крім нього є й інші речовини, які негативно впливають на клімат. Всесвітня метеорологічна організація основними парниковими газами, концентрація яких зростає, називає озон нижніх шарів атмосфери, вуглекислий газ, метан, оксид азоту і гідровуглеці хлору та фтору, однак ступінь впливу вуглекислого газу на глобальне потепління оцінюють в 64%. [46] Державна служба статистики України до переліку парникових газів включає вуглекислий газ, метан, оксид азоту, гідрофторовуглеці, перфторовуглеці та гексафторид сірки.

Отже, парникові гази зовсім не обмежуються вуглекислим, але доповнюються іншими газами. Перевищення концентрації деяких з них фіксуються і в Україні, про це свідчать дані Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського. Згідно з даними, перевищення допустимих концентрацій оксиду азоту в першій половині 2023 року фіксувалося в 20 містах України. Суттєвими є викиди метану: у 2019 році вони складали 31% від усіх викидів парникових газів в Україні. [46] Основними джерелами викидів є енергетика – 66%, відходи – 16%, та сільське господарство – 13%. [46]

Статистика за 2021 рік каже, що викиди парникових газів в нашій країні склали 341,5 млн. т в еквіваленті вуглекислого газу. «Це на 62,5% менше від обсягу 1990 року, однак на 7,5% більше відносно 2020 року», – звітує міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. [47]

Більшість міжнародних документів, які стосуються захисту довкілля, зазвичай пов'язують проблему забруднення повітря і проблему кліматичних змін. Адже під час розробки стратегій вирішення цих проблем доводиться мати справу з тими ж джерелами небезпеки. Це важливо і для України, де сектор сільського господарства та харчової промисловості генерує значні обсяги органічних відходів, які, залишаючись непереробленими, можуть призводити до неконтрольованих викидів метану, котрий має найпотужніший з поширених газів парниковий ефект: експерти описують його здатність утримувати тепло в атмосфері як в 21-25 разів потужнішу в порівнянні з властивостями вуглекислого газу. Активна переробка відходів на біогазових станціях допоможе знизити ці неконтрольовані викиди, що сприятиме екологічній безпеці та пом'якшенню зміни клімату.

Метан, який утворюється в результаті анаеробного розкладу органічних відходів, є основним компонентом біогазу. Замість того, щоб вивільнятися в атмосферу, метан, зібраний на біогазових станціях, є контрольованим і використовується як енергетичний ресурс. Таким чином, біогазові станції перетворюють відходи в джерело енергії, одночасно скорочуючи обсяг метану, що потрапляє в атмосферу. [48]

Крім того, завдяки переробці на біогазових станціях знижується потреба у викопному паливі, що зменшує викиди вуглекислого газу від його спалювання. За рахунок заміщення традиційних джерел енергії біогазом можна знизити загальне навантаження на екосистему. У європейських країнах ця стратегія є ключовим елементом у планах декарбонізації, і прогнозується, що в Європейському Союзі до 2050 року біогаз та біометан можуть знизити щорічні викиди парникових газів на 50 млн т еквіваленту вуглекислого газу. [45] Подібна тенденція може бути реалізована і в Україні, що дозволить значно скоротити

викиди газів, і зробити вагомий крок у виконанні зобов'язань щодо зниження цих викидів, які були прийняті відповідно до міжнародних угод.

У цьому сенсі біогазові станції відіграють ключову роль у скороченні викидів парникових газів, оскільки дозволяють ефективно утилізувати органічні відходи, які інакше спричиняли б викиди шкідливих речовин при природному розкладанні. У процесі виробництва біогазу відходи, піддаються зброджуванню в анаеробних умовах, що дозволяє контролювати утворення значних обсягів газу, що потенційно могли бути викидами. [49]

У сільському господарстві гній, солома та інші органічні залишки є найбільшими джерелами викидів метану та закису азоту – потужних парникових газів. Згідно з дослідженнями, переробка таких відходів у біогазових установках знижує обсяги викидів метану на 30-50% у порівнянні з традиційними методами зберігання та утилізації гною. [48] Харчова промисловість України також генерує великі обсяги відходів, які можна перероблювати на біогазових станціях: це поки найефективніший спосіб поводження з відходами.

Біогазові станції позитивно впливають зокрема на якість ґрунтових вод, завдяки переробці органічних відходів і зниженню необхідності в застосуванні хімічних добрив. Другий продукт переробки відходів у біогазових установках – це дигестат, органічне добриво, яке є екологічно безпечним і водночас ефективним для сільськогосподарських угідь. Використання дигестату як добрива знижує потребу в мінеральних і синтетичних добривах, які забруднюють ґрунтові води нітратами та фосфатами.

Коли органічні відходи, такі як гній або харчові відходи, не переробляються, існує великий ризик проникнення шкідливих речовин у ґрунт, що негативно впливає на водоносні горизонти. [49] Переробка цих відходів у біогазових установках не лише запобігає цьому процесу, але й трансформує їх у корисний продукт, що містить необхідні для рослин елементи, зокрема азот і фосфор, в безпечній для навколишнього середовища формі.

Однією з екологічних переваг біогазових станцій є суттєве зменшення неприємних запахів, що виникають при зберіганні та переробці органічних

відходів, зокрема тваринницьких і сільськогосподарських решток. У традиційних умовах ці відходи, особливо тваринницькі, спричиняють викиди аміаку та метану, що є джерелом неприємних запахів, і звісно ж забрудненням атмосфери. Процес анаеробного зброджування, який відбувається на біогазових станціях, значно знижує рівень викидів цих речовин. За результатами дослідження, наведеного у звітах Європейської біогазової асоціації, біогазові станції здатні зменшувати викиди аміаку та метану до 60%, що не лише покращує якість повітря навколо станцій, а й суттєво знижує шкідливий вплив на навколишнє середовище. [49]

Крім того, сучасні європейські біогазові станції використовують спеціальні герметичні системи очищення та фільтрації газів, що дозволяють зменшити концентрацію шкідливих компонентів у кінцевому продукті та значно знизити рівень запахів. Наприклад, застосування біофільтрів або систем мокрої очистки газів знижує кількість летких органічних сполук, які зазвичай є основним джерелом запахів, пов'язаних з компостуванням. Це підвищує якість повітря, що є особливо важливим у густонаселених районах або в безпосередній близькості до житлових зон. Саме це демонструє досвід Німеччини та Данії, що впровадження таких технологій покращує екологічну ситуацію, знижує рівень неприємних запахів і створює комфортні умови для місцевих громад, що проживають поруч з виробниками відходів.

Розвиток біогазових станцій у контексті скорочення викидів суттєво залежить від державної підтримки, оскільки впровадження таких проєктів вимагає значних капіталовкладень. Державні ініціативи спрямовані на стимулювання підприємств до зменшення викидів та переходу на більш екологічно чисті джерела енергії. В Україні та в країнах ЄС такі заходи включають надання субсидій, податкових пільг та встановлення вигідного «зеленого» тарифу.

Впровадження так званого «зеленого» тарифу стимулює компанії інвестувати у біогазові установки, оскільки це обіцяє стабільний дохід від реалізації електроенергії на ринку, і робить проєкти економічно привабливими.

Однак, як зазначалося ще вище, дія ставок «зеленого» тарифу в Україні згідно з чинним законодавством триває до 31 грудня 2029 року, а з 2030 року механізми продажу або заліку електроенергії зміняться.

В Україні також діють певні податкові пільги, наприклад виробники зеленої енергії звільняються від ПДВ на імпорт товарів, пов'язаних із виробництвом зеленої енергії, також до 1 січня 2024 року вони можуть використовувати пільги при визначенні податкового зобов'язання з податку на прибуток.

Окремим заходом є зонування територій з виділенням місць особливої потреби у переробному виробництві, така практика поширена у Франції, де уряд надає значну підтримку підприємцям для будівництва біогазових станцій у таких зонах. [20]

Окрім внутрішніх ініціатив, біогазові проєкти в Україні можуть і залучають міжнародну підтримку в рамках глобальних цілей екологічної нейтральності. Такі організації, як Європейський банк реконструкції та розвитку та Міжнародна фінансова корпорація, виділяють кошти на реалізацію екологічних проєктів, зокрема тих, що сприяють скороченню викидів парникових газів.

Підсумовуючи даний розділ підкреслимо, що в Україні існує значний біогазовий потенціал, а біогазова галузь знаходиться на стадії раннього розвитку, і для його прискорення необхідна активна державна підтримка, що також посприяє енергетичній незалежності.

З економічної точки зору це прибуткова бізнес-модель, проте рентабельність визначає ціна енергії чи газу. Основною дохід забезпечує продаж електроенергії або біометану, а додаткові доходи походять від виробництва органічних добрив, теплової енергії та супутніх вироблюваних газів.

Аналіз екологічного впливу біогазових станцій вказує на значний потенціал для скорочення викидів парникових газів та зменшення забруднення навколишнього середовища. Біогазові технології сприяють зниженню викидів метану і діоксиду вуглецю, що є результатом утилізації органічних відходів, що

особливо актуально для України. Ще ці технології дозволяють зменшити забруднення ґрунтових і поверхневих вод через використання дигестату, допомагають знизити рівень неприємних запахів та викиди аміаку. Завдяки ефективному використанню відходів та зменшенню залежності від викопних видів палива біогазові станції стають необхідним інструментом у боротьбі зі зміною клімату та підтримкою сталого розвитку економіки.

РОЗДІЛ III. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ РОЗВИТКУ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ

3.1 Розробка стратегічних напрямків для стимулювання розвитку біогазових технологій

Ми вже розглянули теоретичні технічні та економічні положення виробництва біогазу в Україні, розглянули також фактичний стан та динаміку розвитку галузі. У даному розділі розглянемо стратегічні напрямки розвитку біогазових технологій в Україні, відповімо на питання куди саме зараз варто спрямовувати зусилля та ресурси для розвитку галузі.

У першому розділі ми розділили складові впливу енергетичної безпеки: соціально-політичне, економіко-управлінське та науково-технічне середовища. Тобто ці середовища мають основний вплив на енергетичну безпеку. Так само й більш вузька частина енергетичної безпеки біогазова галузь має вплив цих трьох середовищ.

Соціально-політичне середовище формує потребу, попит та візію для розвитку галузі: це яскраво видно у трансляванні думок суспільства щодо турботи про екологію, у позиції численних європейських «зелених» партій, у загальному політичному контексті, що сформувався на заході. Приклад екологічної повістки приводимо, тому що з огляду на європейську історію, біогазова галузь є скоріше компонентом екологічної безпеки, аніж енергетичної, яка актуальна наразі для України.

Економіко-управлінське, більш прагматичне, середовище завжди обирає найбільш вигідні та практичні шляхи вирішення потреб суспільства і закріплення власної позиції, однак коли суспільство та лідери думок мають інше бачення і наголошують на ньому, а в даному випадку екологічні рішення, як використання біопалив, якраз і є менш ефективними, часто неконкурентними порівняно з традиційними рішеннями, то економіко-управлінське середовище

маневрує і виробляє відповідні побажанням суспільства рішення, стратегії, цілі, які б відповідали візії суспільства.

Науково-технічне середовище реалізує виконавчі приписи та стратегії влади сформовані політикою суспільства, обговорювані та бажані рішення втілюються в матеріальному вимірі і, у випадку ЄС, в національних та регіональних масштабах: розробляються «зелені» зони, навчальні заклади та дослідні лабораторії проводять фундаментальні дослідження, приватні, комунальні та державні енергетичні компанії розробляють проєкти та будують біогазові потужності та газотранспортні системи на території всього ЄС.

Розробку стратегічних напрямків стимулювання розвитку біогазових технологій бачимо в усіх цих трьох середовищах, однак різними методами. В українському суспільно-політичному середовищі на сьогодні бачимо, порівняно з європейським, низький рівень суспільної свідомості щодо природозбереження та відповідального споживання, і хоча є лідери думок та групи громадян, що активно відстоюють проєкологічну позицію і пропагандують її. Стосовно суспільної думки є показове дослідження World Values Survey у звіті за 2020 рік, див. Рис.3.1, яке показує, що протягом тривалого часу існування України проєкологічна позиція не тільки не зміцнювалась, а й послабла.

Q111. Яке з цих тверджень про екологію та економічне зростання вам ближче?		
	<i>Україна, 2020</i>	<i>Україна, 1996</i>
Пріоритетом має бути захист довкілля, навіть якщо це спричинить сповільнення економічного зростання і скорочення робочих місць	44,1%	45%
Економічне зростання і нові робочі місця повинні бути найважливішими, навіть якщо навколишнє середовище від цього постраждає	43,9%	29%
<i>Інше</i>	1,8%	5%
<i>Важко відповісти</i>	10,2%	21%

Рис.3.1. Ставлення респондентів до першочерговості вирішення проблем навколишнього середовища і економічного зростання, порівняння даних для України за 1996 і 2020 роки – розподіл відповідей.

Джерело: [51]

А стосовно організованих груп громадян, що відстоюють проєкологічні погляди, спілок, асоціацій, партій, то перелік цих груп досить невеликий, їхня діяльність досить вузька та фрагментована, а кількість залучених громадян залишає бажати кращого. Найбільшу активність у напрямку проявляють молоді та середнього віку люди, населення ж похилого віку найменш залучене до ініціатив.

Саме тому основним стратегічним напрямком стимулювання розвитку біогазової галузі в соціально-політичному середовищі, в умовах широкої гармонізації з ЄС, буде різноспрямована та багаторівнева просвітницька робота з населенням для досягнення високого рівня екологічної свідомості усіх верств суспільства. Цей напрямок можна назвати «Виховання відповідального споживача та екологічно нейтрального суспільства». Розробкою напрямку мають займатися профільні міністерства та асоціації, однак основною задачею має бути ознайомлення населення усіх вікових категорій з основними теоретичними поняттями та практичними аспектами відповідального споживання, циркулярної економіки та екологічно-нейтральної життєдіяльності. Це цілеспрямована робота з учнями у школах, зі студентами у закладах освіти і з персоналом в компаніях та установах.

Економіко-управлінське середовище як складова біогазової енергетики в Україні, знову ж з огляду на розвиток в ЄС, характерне вже перерахованими в попередньому розділі недоліками: нормативними прогалинами, відсутністю єдиної політики та стратегії, слабким стимулюванням з боку держави, складнощами з підключенням до газових мереж з огляду на державну монополію на них тощо. При тому спостерігається активність приватного сектору та групи «Нафтогаз України» у проведенні регулярних профільних конференцій, у створенні асоціацій та законопроектів у галузі, у значних капіталовкладеннях в розвиток виробництва біогазу.

Стратегічних напрямків стимулювання розвитку біогазової галузі в економіко-управлінському середовищі буде відразу кілька. По-перше, це створення профільного біогазового міністерства або відомства з єдиним

керівником, який нести відповідальність за досягнення запланованих показників. По-друге, це розробка і затвердження дорожньої карти та стратегії розвитку галузі. По-третє, максимальне спрощення процедури підключення приватних біогазових станцій до державної газової мережі, включаючи спрощення технічних умов та скорочення термінів. А також ряд інших змін направлених на майбутнє біогазової галузі, наприклад, створення єдиного реєстру біометану, оптимізація та реорганізація інфраструктури газотранспортних та газорозподільних мереж задля ефективного включення біогазу, заходи щодо інтеграції біогазової галузі для споживання біогазу в транспортному секторі. [52]

Також важливим напрямком стимулювання розвитку біогазової галузі є розвиток взаємодії біогазової галузі з галуззю поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ), яка в Україні виражена в роботі великої кількості сміттєвих полігонів, численних пунктів прийому сортованих відходів і небагатьох сміттєпереробних заводів. На полігонах ТПВ в товщах сміття генерується біогаз, але через масові порушення норм у будівництві полігонів та поводженні з ТПВ, на них часто стаються пожеги та вибухи біогазу. Поширеною є технологія буріння свердловин для викачування біогазу на полігонах ТПВ з метою подальшого спалювання або збагачення біогазу. Питання розвитку цього напрямку також лежить в площині економіко-управлінського середовища.

Так як Україна має невеликий потенціал розвитку біогазової галузі з огляду на суспільну свідомість, то основним джерелом заохочення та стимуляції розвитку галузі має бути сильний політичний курс, а саме курс на євроінтеграцію, що є потужним чинником стимуляції розвитку біогазової галузі, та зусилля економіко-управлінського ланки у особі владних структур, окремих високопосадовців, топ-менеджменту компаній, які будуть приймати швидкі ефективні рішення та діяти стратегічно, тому що самих декларацій замало.

Розглянемо науково-технічне середовище біогазової галузі України. Воно характерне багатою газовою інфраструктурою, яка все ж старіє та потребує реставрацій, та відносно бідною науковою базою у напрямку біогазу, що також

підсилюється відсутністю та відпливом кадрів. Європейська бізнес асоціація у своєму звіті наводить результати дослідження, які показують наявні проблеми, з якими зараз стикається бізнес в Україні, див. Рис.3.2, серед яких мобілізація та відтік професійних кадрів займають перше та третє місця відповідно. [53] Це говорить про невтішні тенденції, що дедалі посилюються під час війни.

Окрім цього війна згубно впливає й на наявну інфраструктуру: агресор ракетами руйнує газові вузли та компресорні станції, а ті що працюють, також під постійною загрозою. [54] Це спрямоване на підриг планової підготовки до зимового періоду, коли споживання газу зростає і в мережу потрібно постачати газ відразу з усіх джерел: з родовищ, зі сховищ і з-за кордону. Зіткнувшись з цією проблемою зараз, ми маємо убезпечити себе на майбутнє, прорахувавши ризики та песимістичні сценарії. І одним з ризиків є досить централізована газотранспортна система, роботу якої ворог може дуже легко порушити.

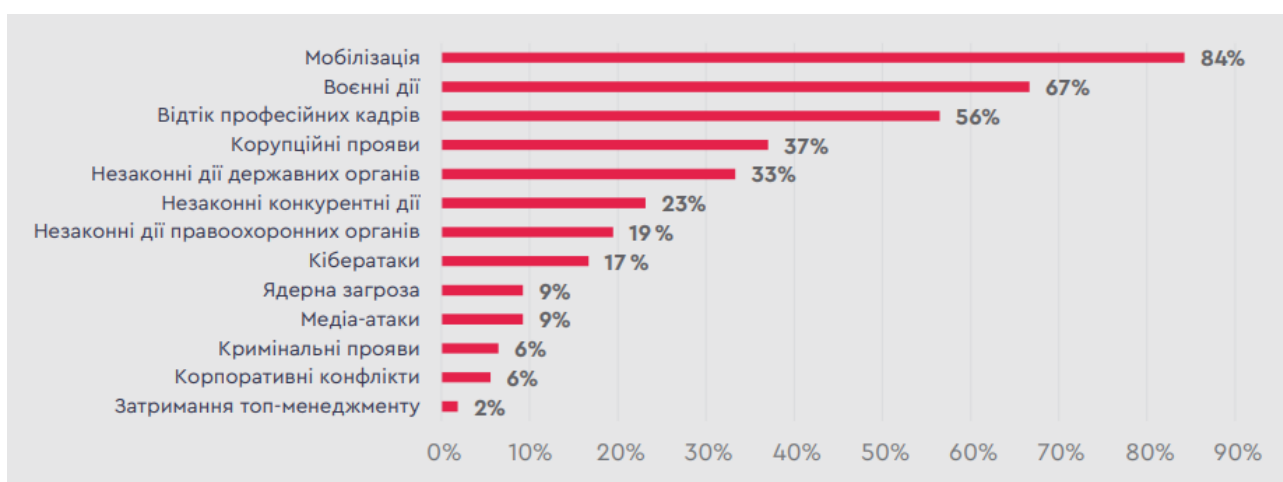


Рис.3.2. Кризові ситуації, з якими стикаються компанії в Україні

Джерело: [53]

Тому стратегічними напрямками розвитку біогазової галузі в науково-технічному середовищі будуть побудова національної біогазової школи, тобто виховання та навчання фахівців у галузі, підтримка науково-дослідних інституцій біогазу, які будуть вдосконалювати фундаментальні науки, і знаходити нові рішення для галузі, а також це розвиток та оптимізація інфраструктури.

Безпечна та ефективна інфраструктура – це децентралізована інфраструктура, яка не боїться точкових влучань ракет та диверсій, яка є доступною в будь-якій точці країни, і яка має потрібні запаси потужності в потрібних місцях. Такого ідеалу важко досягти навіть європейським країнам, проте вже зараз фахівці галузі знають цілий перелік оптимізаційних заходів для нашої газової системи, що можуть зробити її ефективнішою та безпечнішою, це наприклад, об'єднання певних сусідніх розподільчих гілок, встановлення реверсних компресорів у місцях, де є потреба зворотної відкачки газу, та просте розширення та реставрація існуючих мереж для забезпечення розвитку біогазового потенціалу країни.

Важливо підкреслити, що зміни у науково-технічному середовищі майже неможливо здійснити без політичної волі та конкретних дій з боку економіко-управлінського середовища, тому воно й грає визначальну роль у біогазовому відродженні нашої країни. Це означає що усі інші напрямки стимуляції розвитку біогазової галузі залежать від якості та розвитку політики нашої влади, гарні результати якої буде видно в розробці та затвердженні національних стратегії, цілей, посад тощо, це ключовий момент, а приватний сектор вже вкладається в розвиток галузі, а після політичних змін ще збільшить свої зусилля.

3.2 Прогнозування економічної ефективності біогазових проєктів в Україні

Точне прогнозування економічної ефективності біогазових проєктів в Україні в загальних рисах практично неможливо: занадто багато факторів впливу на збут кінцевого продукту, та й на вибір самого продукту, як і на формування витрат. В стратегічному вимірі очевидно, що ці проєкти є ефективними, або хоча б окупними в розумні терміни, однак в короткостроковій перспективі і з урахуванням воєнного стану прогнозування досить складне.

До кожного проєкту потрібен індивідуальний підхід та розрахунки, що дадуть розуміння про очікувану ефективність. Щоб підійти до загальної картини розглянемо спочатку кілька бізнес моделей виробництва біогазу. Важливо, що

розробка, будівництво та експлуатація біогазових станцій очікується виключно приватним сектором: енергетичними та агрокомпаніями, вітчизняними та закордонними інвесторами. В довгостроковій перспективі можливі муніципальні проєкти.

Бізнес моделі виробництва біогазу можна розрізняти за типом кінцевого продукту: біогаз, біометан, скраплений біометан, електроенергія, теплова енергія – перелік продуктів, які можна назвати традиційними для галузі. Різняться бізнес моделі й за сировинною базою: енергетичні культури, покривні культури, гноївка, стебла кукурудзи, солома, органічні відходи тваринництва і промисловості. Також є різниця у способах продажу, контрагування і транспортування готової продукції: продаж приватним особам та державним установам, передача через електромережі і транспортування через газові мережі та спеціалізований транспорт для скрапленого газу. Усі ці аспекти описують лише частину біогазової галузі, однак поєднання різних комбінацій лише тільки цих аспектів вже створюють досить складну картину для теоретичного дослідження.

Одну з найпрогресивніших моделей виробництва біогазу за підтримки іноземних партнерів показала вітчизняна компанія «МХП», так зване п'яте «покоління» біогазу, коли з біомаси видобувають максимум корисних наразі газів, а до виробництва додають супутні виробництва біоводню та кисню, що підвищують загальну рентабельність проєкту. Такий підхід є високотехнологічним і більшість компаній на ринку не здатні втілити його.

Іншим високотехнологічною та капіталоємною моделлю є виробництво біометану та його скраплення LNG-установками. Такою моделлю хоч і користується більше компаній, однак вкладення тут настільки великі і технічні вимоги настільки високі, що багато великих холдингів України навіть не планують розробляти цей напрямок.

Тому розглянемо найбільш перспективні з огляду на сучасний стан країни бізнес моделі виробництва біогазу. До таких можна віднести наступні: модель

виробництва біогазу, збагачення біометану та його продажу; та модель виробництва біогазу, його переробки в електроенергію та її продажу.

Модель виробництва та продажу біометану є наразі найбільш перспективною та прогнозовано найбільш рентабельною. Вона передбачає будівництво станції виробництва біогазу та установки для його збагачення, а також підключення до газової мережі для продажу біометану.

Розглянемо приклад оптимальної потужності біогазової станції – 5 млн м³ біометану на рік, така потужність має оптимальні логістичні витрати на доставку сировини та нормальні питомі витрати. Будівництво такого заводу, за даними фахівців з UABIO [55], буде коштувати близько 10 млн євро, за європейською термінологією, це CAPEX. Операційні витрати, тобто OPEX, дуже варіюються в залежності від конкретного проєкту, хтось працює на дорогій енергетичній сировині, а хтось на відходах з меншою часткою спеціальної сировини, тому OPEX візьмемо на рівні 2 млн євро на рік.

Припустимо, що завод функціонує і виробляє заплановані обсяги біометану, також уявимо, що усі роботи з під'єднання заводу до газотранспортної мережі успішно завершено, тоді компанія має можливість експортувати біометан у країни ЄС, тому що імовірність знайти в Україні покупця, що пропонує таку ж ціну, як на ринку ЄС, поки низька. Наразі на Нідерландському газовому хабі ціна на газ складає 491,6 євро за 1000 м³. [56]

Окрім ціни газу в ЄС передбачена премія за походження газу, наприклад за 1000 м³ біометану виробленого з гноївки премія складе 1000 євро, для такого ж обсягу виробленого з рослинних залишків премія складе 500 євро, а для такого ж обсягу виробленого з силосу премія, для порівняння, складе 100-200 євро. Таким чином уряд ЄС стимулює виробництво біометану з найбільш екологічних джерел.

Таким чином ми можемо порахувати річний дохід такої станції: візьмемо актуальну ціну газу та середню премію, вийде ціна за 1000 м³ на рівні біля 990 євро. За виробництва 5 млн м³ газу на рік відповідний дохід складе 4,95 млн євро.

Окупність цього проєкту за збереження умов настане на четвертий рік функціонування, що досить привабливо.

Розглянемо й другу поширену бізнес модель виробництва біогазу, яка полягає в переробці біогазу на електроенергію та теплову енергію. Ця модель за будівництва біогазової станції такої ж потужності що у прикладі вище, матиме порівняно менші CAPEX та OPEX, це буде біля 8 млн та 1,5 млн євро відповідно, оскільки виробництво біогазу без його збагачення зменшує обсяги необхідного будівництва потужностей та витрат на їх функціонування.

Така станція вироблятиме 18,75 ГВт електричної потужності на рік і продаватиме вироблювану енергію на внутрішньому ринку за ринковою ціною, оскільки вона є вищою за існуючий зелений тариф, який наразі складає 123,9 євро за МВт електроенергії. Ринкова ж ціна на електроенергію на внутрішніх ринках поступово зростає і національна комісія затвердила нові максимальні граничні ціни, що в різний час доби мають різне значення, відповідно в піки споживання будуть найвищі ціни. Середньозважена ціна на ринках електроенергії за останній місяць склала біля 5672 грн за МВт [58], що дорівнює близько 129,91 євро за МВт.

Однак постійна торгівля на добових ринках електроенергії досить ризикова, набагато безпечніше приймати участь в аукціонах на постачання електроенергії на строк до 20 років, де обумовлений обсяг потужності гарантовано викупить урядова організація хоча й за дещо меншою ціною.

Таким чином ми можемо порахувати ключові показники ефективності даної моделі біогазової станції. Її річний дохід складе біля 2,436 млн євро, а очікуваний період окупності буде 11 років.

Виходячи з отриманих показників, можна погодитись з думкою експертів про те, що біометанова модель спрямована на експорт наразі має найбільшу очікувану економічну ефективність та перспективи розвитку в біогазовій галузі України.

3.3 Пропозиції щодо вдосконалення нормативно-правового регулювання біоенергетики

Як було підкреслено на початку даного розділу, якісні зміни в політиці України стосовно біогазу є першим необхідним кроком для стимулювання розвитку галузі.

Нормативно-правове регулювання біоенергетичної галузі в Україні формується на основі законодавства у сфері енергетики, екології та сільського господарства. Незважаючи на певні успіхи, як наприклад, «зелений» тариф чи помітний стрибок в розвитку відновлюваної енергетики, правове поле для біогазових технологій залишається фрагментарним, з низкою прогалин, що стримують розвиток галузі.

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють діяльність у сфері біоенергетики, є:

- Закон України «Про альтернативні джерела енергії»; [60]
- Закон України «Про ринок природного газу»; [61]
- Податковий кодекс України. [22]

Хоча ці закони створюють базис для функціонування біогазових станцій, вони не враховують специфіки підключення біометанових заводів до газових мереж, а також процедури обліку та сертифікації біометану.

Однією з головних проблем є складність і тривалість процедур підключення біометанових заводів до газотранспортної системи та газорозподільних мереж, адже чинне законодавство не передбачає спрощених умов для біогазових виробників, що ускладнює реалізацію проєктів. Як зазначає Гелетуха Г., відсутність механізмів співфінансування плати за підключення та непрозорість умов доступу до мереж є значними бар'єрами. [52]

Податок на викиди вуглекислого газу, передбачений Податковим кодексом України, залишається одним із факторів, які підвищують вартість виробництва біометану. Це ускладнює фінансову стійкість таких проєктів і зменшує їхню конкурентоспроможність порівняно з викопними видами палива, адже

безумовно біогазові станції, особливо простих технологічних ланцюгів, викидають вуглекислий газ в атмосферу, однак тут не враховується той факт, що біогазова станція вловлює та направляє на повторне використання великі обсяги метану, який за відсутності такого виробництва просто потрапляв в атмосферу разом з вуглекислим та іншими газами стихійного розпаду органічних речовин. Тому оподатковування біогазових станцій цим податком вважаємо безпідставним і таким, що вимагає термінового скасування.

Крім цього в Україні поки що не створено єдиного реєстру біометану, який також був би інтегрований до європейської бази UDB – Union Database for Biofuels. Це ускладнює експорт біометану до ЄС та обмежує можливості для міжнародного співробітництва. Є законодавчі ініціативи, що стимулюють виробництво електроенергії з біогазу, однак вони мають бути розширені, щоб охоплювати також виробництво біометану як альтернативного моторного палива.

Тому, попри значний потенціал України у сфері біоенергетики, існуюче нормативно-правове поле потребує суттєвих змін для стимулювання розвитку біогазової галузі, які усунуть основні перешкоди для впровадження біогазових і біометанових технологій, а також забезпечать ефективну підтримку з боку держави.

І першою пропозицією буде зміна податку на викиди вуглекислого газу, що є серйозним бар'єром для біометанових станцій, адже він підвищує вартість їхньої діяльності. Необхідно знизити податкове навантаження для підприємств, що використовують органічні відходи, як сировину для виробництва біогазу та біометану. Це сприятиме фінансовій стабільності таких компаній і зробить галузь привабливішою для інвесторів. До прикладу, в ЄС діють стимули у вигляді зменшення або скасування податків для підприємств, що сприяють зменшенню викидів парникових газів, що також може бути запроваджено в Україні. [49, с. 8]

Експорт біометану є перспективним напрямком для України, але митні формальності обмежують можливості вивезення цього енергоносія. Зараз

тривають активні роботи уряду та профільних комісій щодо внесення змін в накази міністерства фінансів України «Про митні формальності на трубопровідному транспорті та лініях електропередачі» [63] та «Про затвердження Переліку товарів, митне оформлення яких здійснюється Енергетичною митницею». [62] Ці зміни сприятимуть полегшенню експортних операцій та захисту інтересів українських виробників біометану на міжнародному ринку. Тому ми тільки підтримуємо щонайшвидше прийняття цих змін.

Ключова пропозиція даного підрозділу полягатиме у створенні національної стратегії розвитку біогазової галузі та розробки пов'язаних документів, таких як дорожня карта, обґрунтовані національні цілі виробництва, прогнози тощо. Це потребує фундаментальної підготовки і пов'язано зі створенням певних відповідальних органів та посадовими призначеннями. Однак сформована національна стратегія дозволить усім громадянам, підприємцям та інвесторам орієнтуватися в показниках та динаміці розвитку галузі, однозначно збільшить увагу та інтерес інвесторів до біогазової галузі як об'єкту для інвестицій. Також це пожвавить науковий інтерес до галузі, що з високою імовірністю призведе до більшої обізнаності науковців та появи нових науково-технологічних рішень.

Ще одною з пропозицій є перегляд та можливий перезапуск «зеленого» тарифу, який свого часу відігравав ключову роль у стимулюванні розвитку біоенергетики, забезпечуючи вигідні умови для продажу електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел. Пропонуємо розширити дію тарифу на біометан, що постачається до газових мереж, та забезпечити вигідну ціну на біогазову електроенергію переглянувши чинні тарифи. Це дозволить виробникам отримувати стабільний дохід та залучати більше інвестицій для створення нових біогазових станцій, що позитивно вплине на темпи розвитку галузі.

Не менш важливим аніж розробка національної стратегії є питання розробки нових національних стандартів, норм та реєстрів для біоенергетичних

проектів. Сама по собі стандартизація Україні просто необхідна, як кандидату у члени ЄС. З технічної сторони це зробить зрозумілим та визначеним нормативно-технічне поле взаємодії виробників, покупців, транспортувальників та споживачів біогазу, це спростить підключення біометанових станцій до газових мереж, встановить чіткі вимоги до якості газу. Важливо відразу встановити регламенти для сертифікації біометану, інтегровані у європейську систему реєстрації UDB, або гармонізувати сертифікацію так, щоб не було перепон для експорту. Ці заходи сприятимуть прискоренню експорту біометану, і відповідно, росту виробництва.

Сертифікація біометану, а також гарантії його походження, є чи не найважливішими вимогами ЄС для погодження експорту біометану, тому на розробку самих сертифікатів та процедур їх отримання фахівцям треба звернути особливу увагу.

Національний реєстр біометану є необхідним інструментом для забезпечення прозорості, обліку та інтеграції українського біометанового сектору в європейський ринок. Такий реєстр необхідний для відстеження виробництва, сертифікації та реалізації біометану, а також для підвищення довіри інвесторів і споживачів.

Реєстр біометану забезпечить облік і сертифікацію всього обсягу виробленого біометану, включаючи джерела сировини та екологічні характеристики; за раціонального формування забезпечить інтеграцію в ЄС через підключення до UDB та дозволить українським виробникам експортувати біометан з дотриманням європейських стандартів; забезпечить дотримання сучасних стандартів моніторингу та звітності, слугуватиме джерелом даних для урядових структур, міжнародних організацій та інвесторів щодо обсягів виробництва і споживання.

Розробка концепції такого реєстру має початися з проведення багатосторонніх консультацій, у тому числі з виробниками, операторами ГТС та ГРМ, і державними установами. Необхідно розробити технічні вимоги для функціонування реєстру, включаючи цифрову платформу для обліку та обміну

інформацією, щось на зразок сучасних державних електронних майданчиків. Це очікувано потягне за собою внесення змін до законодавства, імовірно до закону про відновлювані джерела енергії, та визначення державного органу, відповідального за управління та функціонування реєстру, як це є на всіх існуючих майданчиках.

Важливо також звернути увагу на приклади міжнародного досвіду у цій справі, особливо на досвід країн ЄС, які вже мають успішні моделі функціонування реєстрів. Німеччина використовує реєстр для обліку обсягів біометану для транспортування через ГТС. У Франції реєстр використовується для моніторингу відповідності екологічним стандартам. Нідерландський національний реєстр, інтегрований з системою сертифікації, забезпечує можливість обміну сертифікатами між країнами.

З огляду на успішний досвід можемо залишити рекомендацію щодо залучення європейських експертів, хоча вже й відомо про принаймні домовленість з Німеччиною [59], для розробки реєстру з урахуванням специфіки українського законодавства. Маючи досвід можна швидко розробити та впровадити пілотний проєкт для тестування на локальному рівні, а потім забезпечити навчання для учасників ринку щодо користування реєстром та виконання вимог ЄС. Створення такого національного реєстру може стати ключовим кроком для інтеграції України в європейський ринок відновлюваних газів.

Окрім перерахованих пропозицій є більш другорядні, однак теж важливі ініціативи, спрямовані на розвиток внутрішнього ринку біогазу, їх озвучив на форумі голова правління UABIO Гелетука Г. [52] Це законодавчі ініціативи щодо використання біометану як моторного палива та інші програми підтримки виробництва біогазу.

Надання пільгових умов чи хоча б реорганізація наявної інфраструктури для використання біометану як моторного палива створить певний рівень попиту, що позитивно вплине на темпи росту виробництва. Причому це є позитивним досвідом скандинавських країн, де біометан подається в основному

тільки на потреби транспорту. Стиснений або зріджений газ використовується зокрема у громадському транспорті, вантажівках, сільськогосподарській техніці та комерційних суднах, а Україна ще з радянських часів мала інфраструктуру заправних станцій для такого палива. Тому відродження та розвиток цієї галузі через включення біометану допоможе створити внутрішній попит на біогаз, підвищить відновлюваність енергетики та дасть додатковий поштовх розвитку галузі стисненого та зрідженого біометану.

Щодо останньої, то в Україні є суттєві прогалини нормативної щодо цієї галузі. Необхідна розробка базових нормативних актів для регулювання виробництва та поводження зі стисненим та зрідженим біометаном, а бажано відразу спрямувати їх в групу моторних палив, так як це оптимальне рішення для України. Також необхідні введення податкових пільг та додаткового фінансування капітальних інвестицій для підприємств, що виробляють та використовують стиснений та зріджений біометан. [52] Це можуть бути різні підприємства, заправні станції для транспорту по країні та в портах для кораблів.

Так як розвиток біогазової галузі безумовно є певним кроком децентралізації, принаймні енергетичної, тому вважаємо доцільним запропонувати певні ініціативи й на регіональному рівні. Власне розвиток децентралізованої біоенергетики залежить від ефективності ініціатив на регіональному рівні, де місцеві громади можуть виступати активними учасниками процесу впровадження біогазових технологій. Тому надання місцевим органам влади та громадам більше повноважень і ресурсів для підтримки біоенергетичних проєктів є важливим етапом у створенні сприятливого середовища для розвитку цієї галузі.

Політика місцевої влади має важливе значення у впровадженні біогазових ініціатив. Активна підтримка з боку муніципалітетів включає розробку програм співфінансування для місцевих підприємств, що будують біогазові станції; включає встановлення пільг на земельний податок для компаній, які розміщують біогазові станції на території громади; також включає надання адміністративної допомоги у прискоренні процедур виділення земельних ділянок та отримання

дозволів. Ці заходи дозволять знизити фінансове та організаційне навантаження на інвесторів та стимулюватимуть локальний розвиток.

Окрім того місцеві громади можуть брати активну участь у створенні та управлінні біогазовими станціями. Наприклад, формувати кооперативи, які об'єднують фермерів і малий бізнес для спільного фінансування і використання біогазових установок; можуть залучити кошти міжнародних донорів і грантових програм для реалізації локальних проєктів. Прискорить ці процеси проведення інформаційних кампаній для підвищення обізнаності населення про економічні та екологічні переваги біогазових станцій. Адже громади, які залучені до таких ініціатив, отримують не лише додаткові доходи, а й покращують екологічний стан своїх територій.

Однак такі перспективи вже зараз потребують певних дій з боку місцевої влади. Наприклад, можна вже заохочувати аграрні та промислові підприємства, що використовують біоенергетичні технології, за наявності коштів у місцевих бюджетах можна виділити мінімальні гранти та субсидії для малого бізнесу у напрямку, на цій же основі можна здійснювати підтримку місцевих досліджень і розробок у сфері біоенергетики, зокрема створити центри компетенцій для обміну досвідом і навчання. Окрім цього треба постійно заохочувати інвестиції через партнерство з міжнародними фінансовими організаціями.

Планомірна реалізація регіональних ініціатив дозволить створити нові робочі місця у громадах, покращити екологічний стан регіонів та підвищити енергетичну незалежність регіонів завдяки локальному виробництву енергії.

Очевидно, що перелік корисних для розвитку біогазової галузі пропозицій тут не є вичерпним, але він підкреслює основні аспекти, де законодавець може ініціювати якісні зміни в галузі. Починаючи від загальнодержавних законів та стратегій, завершуючи локальними заходами підтримки, є широке поле роботи для законодавчої та виконавчої влади. Після створення міцної правової основи, налагодження співпраці між місцевими громадами, органами державної влади та інвесторами стане основним завданням для формування сталого енергетичного

сектору, здатного забезпечити як економічний розвиток, так і екологічну й енергетичну безпеку.

3.4 Рекомендації для підвищення енергетичної автономії регіонів

Вже підкреслювалось в першому розділі, що енергетична автономія регіонів є ключовою складовою національної енергетичної безпеки, яка дозволяє забезпечити стабільність і незалежність енергопостачання в умовах глобальних викликів. Україна, маючи значний потенціал у сфері біоенергетики, може ефективно використовувати біогазові технології для посилення енергетичної незалежності окремих регіонів.

На сьогоднішній день багато регіонів країни залежать від централізованого постачання енергоносіїв, що створює ризики у випадках порушення логістичних ланцюгів, техногенних аварій або загострення воєнних дій. Біогазові станції можуть стати стратегічним інструментом для децентралізації енергопостачання, забезпечуючи регіони власними джерелами енергії з місцевих ресурсів.

Комплекс заходів щодо підвищення енергетичної автономії регіонів можна умовно поділити на чотири етапи: визначення енергетичних потреб регіону, розробка індивідуального плану енергетичної автономії регіону, втілення плану з усіма супутніми заходами, поточна підтримка сталого розвитку енергетичної автономії регіону.

Енергетична автономія регіонів значною мірою залежить від правильного розуміння їхніх потреб та можливостей. В Україні споживання енергії нерівномірно розподілено між регіонами залежно від структури економіки, демографії, кліматичних умов та інфраструктури. Для ефективного впровадження біогазових станцій необхідно проаналізувати регіональні енергетичні потреби та ідентифікувати території з найбільшим потенціалом для розвитку біоенергетики.

Регіони України мають різну структуру енергоспоживання, наприклад, промислові регіони Дніпропетровської, Запорізької та інших областей

споживають значні обсяги енергії як райони металургії, хімічної промисловості та машинобудування. Сільськогосподарські регіони, такі як Вінницька, Хмельницька, Полтавська області, хоч і менше, але теж потребують значних обсягів енергії для переробки агропромислових відходів, зрошення та опалення теплиць. Регіони з великим населенням також відрізняються високим рівнем споживання електроенергії. Відповідно до такого зонування визначаються особливості кожного окремого регіону, на чому потім можна побудувати певні плани забезпечення автономії.

Біогазові технології найбільш ефективні у регіонах, де є достатній обсяг органічної сировини для їх роботи, тому це точно сільськогосподарські регіони, адже в цих зонах генерується велика кількість гною, силосу, соломи та інших відходів аграрного сектору. Вінницька область, до прикладу, завдяки великій кількості свиноферм та молочних ферм, має один із найвищих показників потенціалу виробництва біогазу в Україні. Регіони з високою щільністю населення також привабливі для будівництва біогазових станцій, адже вони генерують значні відходи харчової промисловості та побутові відходи. Це такі великі міста та агломерації як Київська, Одеська, Харківська, вони можуть досягти високих показників виробництва біогазу.

На основі аналізу споживання та потенціалу регіонів необхідно створити плани енергетичної автономії. Створення та реалізація цих планів є в інтересах кожної окремої територіальної громади, а також обласної військової адміністрації. Тому розробкою мають займатися місцеві комісії з можливим залученням фахових консультантів. План включатиме реальний опис можливостей впровадження біогазових технологій, оцінку сировинної бази та обсягів потенційного виробництва енергії, прогнозовані потреби населення, бізнесу та соціальної інфраструктури у відновлюваній енергії.

Маючи такі плани кожна громада в залежності від своєї політичної та громадянської активності реалізуватиме виконання плану з відповідними темпами. З боку держави необхідно лише забезпечити доступ до інфраструктури та прозорість усіх процесів.

У віддалених громадах із обмеженим доступом до централізованих енергетичних систем біогазова енергетика також може стати джерелом сталого енергозабезпечення. Енергію установки можна використовувати для опалення громадських будівель, освітлення вулиць і забезпечення енергією локальних виробництв. Тобто біогазова станція може забезпечувати енергетичну автономію регіону будучи, як частиною традиційних електромереж, так і самостійною одиницею енергопостачання.

Використання біогазу в соціальній та комунальній сфері є перспективним напрямом для підвищення енергетичної незалежності регіонів. Біогазові станції можуть забезпечувати стабільне постачання тепла, електроенергії та гарячої води для соціальних установ, житлових комплексів і громадських об'єктів, зменшуючи залежність мешканців від викопного палива та централізованих теплових мереж. Це особливо актуально для невеликих міст і селищ, які стикаються з проблемами енергопостачання у зимовий період.

Використання біогазу як джерела тепла дає змогу знизити витрати на комунальні послуги для населення та підвищити енергетичну автономію регіонів, а заощаджені кошти направити на модернізацію соціальної інфраструктури, підтримку малого бізнесу тощо. Тому створення біогазової станції у формі комунального підприємства є бажаним майбутнім для кожної громади.

Також важливою складовою є процес постійного навчання та інформаційної підтримки підприємців та працівників галузі. Це можна реалізувати у форматі тренінгів, курсів, бізнес-акселераторів тощо. Всі ці заходи непрямо, але поступово, вплинуть на енергетичну автономію громад.

Підсумовуючи цей розділ рекомендацій щодо підвищення енергетичної безпеки шляхом розвитку біогазової галузі скажемо, що для успіху даного напрямку важливими є зміни в усіх середовищах впливу на розвиток біоенергетики, однак вирішальний вплив за економіко-управлінським середовищем, вдалими законодавчими ініціативами, якісним перейняттям європейського досвіду.

Розглянуті біометанова та електрична бізнес моделі виробництва біогазу є ефективними, однак вкрай необхідною є підтримка їх з боку уряду. Впровадження біогазових технологій у регіонах України – стратегічний крок для підвищення їхньої енергетичної автономії та сталого розвитку.

Для досягнення усіх перерахованих раніше цілей необхідно скоординувати зусилля держави, місцевої влади, бізнесу та громадськості, забезпечивши фінансову, організаційну та технічну підтримку.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота виконана з метою дослідження економічного впливу біогазових станцій на енергетичну безпеку України. У процесі дослідження було вирішено поставлені завдання, що дозволило отримати такі основні висновки:

1. Енергетичної безпека визначена як комплексне поняття, яке включає енергетичну незалежність, стабільність постачання, екологічну стійкість і захист від сучасних технологічних загроз. Складовими енергетичної безпеки у вимірі соціально-політичного, економіко-управлінського та науково-технічного середовищ визначено стійкість енергосистеми до зовнішніх загроз, рівень залежності від імпорتنих енергоресурсів, рівень енергоефективності та енергозбереження, інтеграція до енергосистеми ЄС.

2. Біогазова енергетика є потужним сектором відновлюваної енергетики, який, на відміну від інших секторів ВДЕ, потребує більших витрат на сировину, якою виступають органічні залишки та субстрати, і відрізняється високою стабільністю та незалежністю від погодних умов.

3. Біогазові станції підвищують енергетичну безпеку завдяки використанню місцевої, а не імпортованої, сировини, децентралізації енергетичної системи і здатності до автономної роботи. Досвід інших країн говорить про ефективність біоенергетики.

4. Аналіз поточного стану біогазової галузі в Україні показав, що вітчизняна біогазова індустрія перебуває на етапі активного розвитку, проте її потенціал залишається значною мірою нереалізованим. Головними бар'єрами є високі стартові витрати, недостатня державна підтримка, проблеми з приєднанням до газових мереж та відсутність єдиного реєстру біометану. Потенціал виробництва біометану в Україні оцінюється на рівні 21,8 млрд м³ на рік, що може задовольнити значну частину енергетичних потреб країни.

5. Виробництво біогазу є економічно вигідною діяльністю, рентабельність якої визначають ринкові ціни електроенергії та біометану, які є основними продуктами виробництва у галузі, а другорядними – тепла енергія, органічні добрива, супутні вироблювані гази., що забезпечують додаткові надходження.

6. Основними екологічними вигодами впровадження біогазових технологій визначено зменшення викидів парникових газів, головним чином метану та вуглекислого газу, і протидія таким чином зміні клімату, зменшення промислового та побутового забруднення повітря, ґрунтових та поверхневих вод завдяки утилізації органічних відходів, зменшення видобування викопних видів палива.

7. Стратегічними напрямками стимулювання розвитку біогазових технологій визначено проведення широкої просвітницької кампанії з метою виховання відповідального споживання, створення профільних виконавчих органів та єдиного національного погляду на розвиток біогазової галузі, стимуляція розвитку національних біогазових науково-дослідних інституцій, розширення та оптимізація газової інфраструктури, особливо розподільчих мереж.

8. Економічна ефективність біогазових проєктів по Україні дуже неоднакова і залежить від сукупності факторів, однак найпоширенішими бізнес моделями в біогазовій галузі є виробництво та продаж збагаченого біометану або електроенергії з біогазу, причому оптимальний за потужністю проєкт з капітальними інвестиціями в 10 млн євро, що функціонує за першою моделлю, матиме термін окупності 4 роки, тоді як такий же проєкт, що працює за другою моделлю – 11 років.

9. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення нормативно-правового регулювання біоенергетики, а саме запропоновано:

- скасувати податок на викиди вуглекислого газу для підприємств галузі;
- спростити процедуру приєднання до газових мереж;
- розробити національну стратегію розвитку галузі;
- створити єдиний відкритий реєстр біометану;

- затвердити законодавчо використання біометану у транспортній галузі;
- запровадити державні програми підтримки, включаючи субсидії та пільгове кредитування для біогазових проєктів.

10. Регіони України мають різні особливості і для посилення їх енергетичної автономії рекомендовано:

- проаналізувати енергетичні потреби кожного окремого регіону та скласти індивідуальні плани досягнення енергетичної автономії;
- постійно підвищувати кваліфікацію працівників біогазової галузі;
- популяризувати та просувати біогазові станції як автономне рішення енергетичних та екологічних питань громад, з залученням грантового фінансування та приватних інвестицій.

Результати роботи підтвердили доцільність і перспективність розвитку біогазових технологій як складової енергетики України. Ці технології потенційно можуть стати ключовим інструментом у забезпеченні енергетичної безпеки країни, зниженні залежності від імпорту енергоресурсів та підтримці екологічного балансу. Реалізація запропонованих заходів сприятиме сталому економічному зростанню та енергетичній незалежності України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буданов М.П. Енергетична безпека як складова національної безпеки України. *Управління соціально-економічними системами в умовах неоіндустріалізації та глобалізації (людина, технології, економіка)*: зб. наук. праць. Харків : ХНУ ім. Каразіна. 2023. (277). URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/24463/1/%d0%91%d1%83%d0%b4%d0%b0%d0%bd%d0%be%d0%b2.pdf> (дата звернення 03.11.2024);
2. Помаза-Пономаренко А. Світовий досвід протистояння впливу гібридної війни на національну й енергетичну безпеку та її об'єкти. *Публічне управління: концепції, парадигма, розвиток, удосконалення*: зб. наук. праць. Переяслав : НУЦЗУ. 2024. № 9 (142). URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/20827/1/10-24-PB-142-150_merged.pdf (дата звернення 03.11.2024);
3. Дегтяр О.А. Політика енергетичної безпеки України: стратегічні виклики та міжнародна співпраця. *Публічне управління і політика*: зб. наук. праць. Івано-Франківськ : ПНУ ім. В. Стефаника. 2024. № 2 (56). URL: <https://www.eu-scientists.com/index.php/pmap/article/view/29/23> (дата звернення 03.11.2024);
4. Стефанів А. Енергетична безпека як ключова засада державної енергетичної політики України. *Публічне управління та адміністрування в Україні: євроінтеграційний поступ*: зб. матеріалів доп. учасн. І Всеукр. наук.-практ. конф. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2024. (457). URL: <https://tinyurl.com/msjaamvw> (дата звернення 03.11.2024);
5. Відключення електроенергії в Україні було хакерською атакою. BBC: веб-сайт. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-38585587> (дата звернення 03.11.2024);
6. Чернюк А. Енергетична безпека. YouTube: веб-сайт. Харків: ХНУ ім. Каразіна, 2024. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=WXln-5721Ck> (дата звернення 03.11.2024);

7. Гелету́ха Г.Г. Переробка сировини та енергозбереження. *Енерготехнології та ресурсозбереження*: зб. наук. праць. Київ: ІТТНАНУ. 2023. № 3 (71). URL: <https://tinyurl.com/bdjay3u3> (дата звернення 05.11.2024);

8. Салюк-Кравченко О. О. Концептуальне забезпечення розбудови енергетичної незалежності України у сучасному стратегуванні глобальної безпеки: стаття. *Таврійський науковий вісник*: зб. наук. праць. 2024. №4 (31). URL: <https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/public/article/view/632/592> (дата звернення 05.11.2024);

9. Брюхачова І. Сорока В. Збереження ресурсів та ефективне використання відходів. *International Scientific Conference «Global and national trends in life sciences»*: зб. матеріалів доп. учасн. Discussion panel 1 «Global Issues: Food Security. The importance of agriculture in solving global problems of mankind». Україна: ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут». 2024. (16-18). URL: <https://tinyurl.com/2s3ax59w> (дата звернення 05.11.2024);

10. Середя Л. П. Шляхи забезпечення фермерських та присадибних господарств області альтернативними джерелами енергії. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ. 2011. (161-165). URL: <https://tinyurl.com/48wyp9m3> (дата звернення 05.11.2024);

11. Hlushko A. Strengthening energy security of Ukraine. *Економіка і регіон*: зб. наук. праць. Полтава: НУ ім. Юрія Кондратюка. 2024. № 3 (157-163). URL: <https://tinyurl.com/57rzwpaxa> (дата звернення 05.11.2024);

12. Бойківська Г. М. проблеми використання біоенергетичних ресурсів в системі АПК України. *Інноваційна економіка*: зб. наук. праць. Тернопіль: ТНЕУ. 2012. № 7 (170-174). URL: <https://tinyurl.com/2urmu4ea> (дата звернення 05.11.2024);

13. Домбровський О., Гелету́ха Г. Г. Два ключі до енергонезалежності України. Економічна правда: веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/05/30/687599/> (дата звернення 06.11.2024);

14. Пришляк Н. В. Курило В. Л. Розвиток біоенергетики як складова забезпечення енергетичної безпеки України. *Економіка та держава*: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ. 2020. № 4 (146-155). URL: http://www.economy.in.ua/pdf/4_2020/27.pdf (дата звернення 06.11.2024);

15. Пришляк Н. В., Токарчук Д. М., Паламаренко Я. В. Забезпечення енергетичної та екологічної безпеки держави за рахунок біопалива з біоенергетичних культур і відходів: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2019. 248 с. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/23338.pdf> (дата звернення 06.11.2024);

16. Пришляк Н. В., Паламаренко Я. В., Березюк С. В. Стратегічне управління інноваційним розвитком взаємопов'язаних галузей з виробництва біопалива: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 404 с. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25496.pdf> (дата звернення 06.11.2024);

17. Паламаренко Я. В., Чіков І. А. Оцінка ефективності функціонування біогазових установок: вітчизняний та закордонний досвід. *Проблеми економіки*: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ. 2023. № 3 (323-336). URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2023-3_0-pages-323_336.pdf (дата звернення 06.11.2024);

18. Two countries in Europe are powered by 100% renewable energy as wind capacity soars. EuroNews: веб-сайт. 2024. URL: <https://www.euronews.com/green/2024/04/17/wind-energy-saw-record-growth-in-2023-which-countries-installed-the-most> (дата звернення 06.11.2024);

19. Гелетука Г. Г., Кучерук П. П., Матвеев Ю. Б. Перспективи виробництва біометану в Україні: аналітична записка UABIO. Київ: Біоенергетична асоціація України, 2022. 60 с. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2022/09/UA-Position-paper-UABIO-29.pdf> (дата звернення 06.11.2024);

20. ГК «Нафтогаз України». Перший український форум з біометану. YouTube: веб-сайт. 2024. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=sNz8PXjPDWo> (дата звернення 06.11.2024);

21. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Аналіз соціальної та енерго- і природозбережної ефективності реалізації біогазової технології. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*: зб. наук. праць. Вінниця: ВНТУ. 2020. № 2 (34-41). URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2478/2371> (дата звернення 06.11.2024);
22. Податковий кодекс України: Закон України від 2 грудня 2010 р. № 2755-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення 22.11.2024);
23. Mieke Decorte. EBA Statistical Report 2023: презентація звіту. ЄС: Європейська Біогазова Асоціація (EBA), 2023. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2023/12/EBA-Statistical-Report-2023-Launch-webinar.pdf> (дата звернення 06.11.2024);
24. Біометанові станції. AgroBiogas: веб-сайт. Київ: європейська будівельна компанія AgroBiogas. 2024. URL: <https://agrobiogas.com.ua/biomethane-station/> (дата звернення 06.11.2024);
25. Методологічні положення державного статистичного спостереження «Енергетичний баланс» України : Наказ Державної служби статистики від 15 грудня 2022 р. № 310. Ст. 37. URL: https://ukrstat.gov.ua/norm_doc/2022/310/310.pdf (дата звернення 08.11.2024);
26. Гелетуха Г. Г. Україна може зайняти до 20% європейського ринку біометану. AgroTimes: веб-сайт. 2024. URL: <https://agrotimes.ua/opinion/ukrayina-mozhe-zajnyaty-do-20-yevropejskogo-rynku-biometanu/> (дата звернення 08.11.2024);
27. Енергетичний баланс України : набір даних Державної служби статистики України. Дата оновлення 12.10.2022. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/enerhetychnyy-balans-ukrayiny-0> (дата звернення 08.11.2024);
28. Новосад О. В. Strategic risks of reforming the energy market of Ukraine in the context of the energy security system: стаття. *Український журнал прикладної*

економіки та техніки : зб. наук. праць. ВНУ ім. Лесі Українки. 2023. Том 8. № 3 (197-204). URL: http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/ujae_2023_r03_a29.pdf (дата звернення 08.11.2024);

29. Кодекс газорозподільних систем : Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 30 вересня 2015 р. № 2496. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1379-15#Text> (дата звернення 08.11.2024);

30. Кодекс газотранспортної системи : Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 30 вересня 2015 р. № 2493. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1378-15#n20> (дата звернення 08.11.2024);

31. Товариство з обмеженою відповідальністю «Оператор ГТС України»: офіційний веб-сайт. URL: <https://tsoua.com/> (дата звернення 08.11.2024);

32. Гавриш О. А., Вижанов О. С. Енергоефективність та сталість газотранспортної системи України в умовах євроінтеграції. *Академічні візії* : зб. наук. праць. Україна. 2023. № 26 (1-12). URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/786/730> (дата звернення 08.11.2024);

33. Панасюк А., Тарнавський А. Особливості експлуатації газотранспортної системи України у воєнний час. *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності* : зб. матеріалів доп. учасн. XIX Міжнар. наук.-практ. конф. Львів, 2024. С. 64-67. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14172/1/%d0%a2%d0%b5%d0%b7%d0%b8%202.pdf> (дата звернення 08.11.2024);

34. Бигу Ж. М. Газотранспортна система як складова критичної інфраструктури. *Південноукраїнський правничий часопис* : зб. наук. праць. Україна. 2024. № 2 (99-104). URL: <http://sulj.oduvs.od.ua/archive/2024/2/18.pdf> (дата звернення 08.11.2024);

35. 20% increase in biomethane production in Europe : звіт Європейської біогазової асоціації (ЕВА) від 5 грудня 2023 р. Брюсель. URL:

https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2023/12/PR_EBA-Statistical-Report-2023.pdf (дата звернення 08.11.2024);

36. Гелетука Г. Г., Куцюк І. До 2050 року Україна може виробляти 20 млрд кубів біометану в рік і перетворитися в потужного енергоекспортера. Український союз промисловців і підприємців : веб-сайт. Київ. 2023. URL: <https://tinyurl.com/bdea2j5d> (дата звернення 08.11.2024);

37. Проектування вуглецево-нейтральної енергосистеми України: збільшення використання біопалива й біомаси в Україні : звіт дослідження Європейської економічної комісії ООН від 31 березня 2023 р. Київ. URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-08/UNECE_RES_Bio_2023_FINAL%20Final%28UA%29.pdf (дата звернення 08.11.2024);

38. Про альтернативні види палива : Закон України від 14.01.2000 р. № 1391-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text> (дата звернення 08.11.2024);

39. Пастух А. Основи українського законодавства у сфері біоенергетики. *Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики* : презентація доповіді. Україна: НТЦ «Біомаса». 2023. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/12/2.-Pastuh-A.-V.-Osnovy-ukrayinskogo-zakonodavstva-u-sferi-bioenergetyky.pdf> (дата звернення 10.11.2024);

40. Орел І. В Україні з'являються перші біометанові заводи. Forbes Ukraine : веб-сайт. 2022. URL: <https://tinyurl.com/mrx66uau> (дата звернення 12.11.2024);

41. Вовк В.Ю. Еколого-економічна ефективність виробництва біогазу з сільськогосподарських відходів. *Економічний простір* : зб. наук. праць. Вінниця : ВНАУ. 2022. № 181 (177-182). URL: <https://prostir.pdaba.dp.ua/index.php/journal/article/view/1144/1103> (дата звернення 12.11.2024);

42. Matteo Fedeli, Flavio Manenti. Assessing process effectiveness with specific environmental and economic impact of heat, power & chemicals (HPC) option as future perspective in biogas. *Cleaner Chemical Engineering* : зб. наук. праць. Мілан

: Politecnico di Milano. 2022. № 2 (1-12). URL: <https://tinyurl.com/5y2k9npb> (дата звернення 12.11.2024);

43. Інноваційна програма МХП: Біогаз 5.0 для вуглецевонеutralного виробництва.: EcoBusiness Group : веб-сайт. 2021. Київ. URL: <https://tinyurl.com/4fpxpwpf> (дата звернення 13.11.2024);

44. План розвитку біогазової галузі в Київській області: документ Агенції регіонального розвитку Київської області. Київ. 2024. URL: https://drive.google.com/file/d/19iltNU-ckc2da98-z_DFI06cifVuHE2C/view?usp=drive_link (дата звернення 13.11.2024);

45. Співпраця України та ЄС в біометановому секторі: перспективи та перешкоди : матеріал ГО «ДІКСІ ГРУП». Київ. 2024. С. 1-22. URL: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2024/03/policy-brief_spivpraczya-ukrayiny-ta-yes-v-biometanovomu-sektori.pdf (дата звернення 13.11.2024);

46. Парникові гази: не CO2 єдиним. Україна. SaveDnipro : веб-сайт. 2023. URL: https://www.savednipro.org/greenhouse_gases/ (дата звернення 13.11.2024);

47. Як змінювалась кількість викидів парникових газів в Україні упродовж 30 років. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України : веб-сайт. 2023. URL: <https://tinyurl.com/2p9ra9db> (дата звернення 13.11.2024);

48. Мазур К.В. Виробництво біогазу як напрям поліпшення екологічної ситуації Вінницької області: стаття. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління* : зб. наук. праць. Україна. 2022. № 1. URL: <http://srd.pdaba.edu.ua:8080/bitstream/123456789/8954/1/Mazur.pdf> (дата звернення 13.11.2024);

49. Henrik B. Møller , Peter Sørensen, Jørgen E. Olesen, Søren O. Petersen, Tavs Nyord and Sven G. Sommer. Agricultural Biogas Production—Climate and Environmental Impacts. *Sustainability* : зб. наук. праць. Данія. 2022. № 14 (1-24). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1849> (дата звернення 13.11.2024);

50. Фурман І.В. Розвиток біоенергетики в контексті забезпечення енергетичної безпеки. *Економіка та суспільство* : зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ. 2024. № 61. URL:

<https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3746/3667> (дата звернення 14.11.2024);

51. Світове дослідження цінностей 2020 в Україні : проєкт Українського центру європейської політики. Київ. 2020. URL: https://ucep.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/WVS_UA_2020_report_WEB.pdf (дата звернення 18.11.2024);

52. Гелетука Г. Г. Виступ на Першому українському форумі з біометану – тези спікера: відеозапис конференції. YouTube : веб-сайт. Київ: UABIO. 2024. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fIFIA3FpzAA&list=LL&index=24&t=386s> (дата звернення 18.11.2024);

53. Погребной С. П. Оцінка безпеки ведення бізнесу в Україні – суспільне дослідження: звіт дослідження Sayenko Kharenko та Європейської Бізнес Асоціації. Київ. 2023. URL: https://eba.com.ua/wp-content/uploads/2023/12/Opytuvannya-bezpeky_full.pdf (дата звернення 18.11.2024);

54. Топалов М. Росія атакує газові сховища України. Економічна правда : веб-сайт. Київ. 2024. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2024/09/23/719654/> (дата звернення 18.11.2024);

55. Гелетука Г.Г. Біометан: лише відкриття експорту здатне запустити в Україні біогазові установки: стаття. AgroPortal : веб-сайт. 2023. URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/biometan-lishe-vidkrittya-eksportu-zdatne-zapustiti-v-ukrajini-biogazovi-ustanovki> (дата звернення 19.11.2024);

56. Ціни на газ у Європі (TTF, Нідерланди). Міністерство фінансів України : офіційний веб-сайт. Київ. 2024. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/gas/ttf/> (дата звернення 19.11.2024);

57. Гелетука Г.Г. Експерт розповів про особливості ціноутворення при експорті біометану. Agro Times : веб-сайт. Київ. 2024. URL:

<https://agrotimes.ua/agromarket/ekspert-rozpoviv-pro-osoblyvosti-czinoutvorennya-pry-eksporti-biometanu/> (дата звернення 19.11.2024);

58. Середньозважені ціни ВДР та РДН: результати торгів. Міністерство енергетики України, ДП «Оператор ринку» : офіційний веб-сайт. Київ. 2024. URL: <https://www.oree.com.ua/> (дата звернення 19.11.2024);

59. Держенергоефективності: Німецькі партнери готові підтримати Україну у розгортанні ринку біометану. Урядовий портал : веб-сайт. Київ. 2023. URL: <https://tinyurl.com/357sss8w> (дата звернення 19.11.2024);

60. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20 лютого 2003 р. № 555-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення 22.11.2024);

61. Про ринок природного газу: Закон України від 9 квітня 2015 р. № 329-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/329-19#Text> (дата звернення 22.11.2024);

62. Про затвердження Переліку товарів, митне оформлення яких здійснюється Енергетичною митницею Державної митної служби України: Наказ Міністерства фінансів України від 20 квітня 2015 р. № 448. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0491-15#Text> (дата звернення 22.11.2024);

63. Про митні формальності на трубопровідному транспорті та лініях електропередачі: Наказ Міністерства фінансів України від 30 травня 2012 р. № 629. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1036-12#Text> (дата звернення 22.11.2024).