

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет аграрного менеджменту

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету
аграрного менеджменту

_____ Анатолій ОСТАПЧУК
(підпис)

“ ___ ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
адміністративного менеджменту та ЗЕД

_____ Олена КОВТУН
(підпис)

“ ___ ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ»**

Спеціальність

073 «Менеджмент»
(код і найменування)

Освітня програма

Адміністративний менеджмент
(назва)

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

к.е.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Олена КОВТУН
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.е.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Наталія КОВАЛЕНКО
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Анна БОБРИК
(ПІБ здобувача)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. В умовах енергетичної нестабільності, зростання вартості енергоносіїв та посилення екологічних вимог особливої актуальності набуває розвиток біоенергетики в аграрному секторі України.

Сільськогосподарські підприємства володіють значним потенціалом органічної сировини, що створює передумови для виробництва біогазу як альтернативного джерела енергії. Біогазові технології забезпечують утилізацію відходів тваринництва і рослинництва, зменшення викидів парникових газів, підвищення енергетичної незалежності підприємств та формування циркулярної моделі господарювання. У контексті інтеграції України до європейського енергетичного простору та реалізації принципу сталого розвитку особливо важливим є вдосконалення системи управління виробництвом біогазу на аграрних підприємствах.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій щодо вдосконалення управління виробництвом біогазу в сільськогосподарських підприємствах на прикладі ТОВ «Галс Агро».

Для досягнення поставленої мети були визначені такі основні завдання:

- дослідити сутність, економічну природу та особливості виробництва біогазу в аграрному секторі;
- проаналізувати зарубіжний досвід управління біогазовими проектами та можливості його адаптації в Україні;
- оцінити нормативно-правове та інституційне забезпечення розвитку біогазового і біометанового виробництва в Україні;
- здійснити аналіз управління виробництвом біогазу в ТОВ «Галс Агро»;
- оцінити економічну ефективність і фінансові результати біогазового виробництва підприємства;
- визначити основні проблеми та виклики управління біогазовим виробництвом;
- розробити стратегічні напрями вдосконалення управління біогазовим виробництвом та обґрунтувати їх економічну доцільність.

Об'єкт дослідження: процес організації та управління виробництвом біогазу в сільськогосподарських підприємствах.

Предмет дослідження: теоретичні, методичні та практичні аспекти управління біогазовим виробництвом, а також економічні, технологічні та організаційні чинники, що впливають на його ефективність.

Методи дослідження: У процесі виконання магістерської роботи використано загальнонаукові та спеціальні методи дослідження: аналіз і синтез, індукцію та дедукцію, порівняння, узагальнення, статистичні та фінансово-економічні методи, методи економічного моделювання, а також графічні та табличні способи подання результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. полягає в обґрунтуванні комплексного підходу до управління виробництвом біогазу в аграрних підприємствах з урахуванням сучасних викликів енергетичної безпеки, економічної ефективності та екологічної сталості; удосконаленні підходів до формування стратегії розвитку біоенергетичного напрямку на підприємстві; систематизації управлінських інструментів підвищення ефективності біогазового виробництва.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання розроблених рекомендацій та стратегічних напрямів удосконалення управління біогазовим виробництвом у діяльності сільськогосподарських підприємств, зокрема ТОВ «Галс Агро», а також іншими аграрними суб'єктами, що планують впровадження біоенергетичних технологій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

БІОГАЗОВЕ ВИРОБНИЦТВО, АГРАРНЕ ПІДПРИЄМСТВО, УПРАВЛІННЯ, БІОЕНЕРГЕТИКА, БІОМЕТАН, ЕНЕРГЕТИЧНА, СТАЛІЙ РОЗВИТОК, ДИГЕСТАТ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ.	7
1.1. Сутність та економічна природа виробництва біогазу в сільському господарстві.	7
1.2. Зарубіжний досвід управління біогазовими проектами: моделі, підходи, ефективність.	14
1.3. Нормативно-правове забезпечення та інституційне забезпечення біогазового виробництва в Україні.	23
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В ТОВ «ГАЛС АГРО».	32
2.1. Загальна характеристика ТОВ «Галс Агро» та його біоенергетичних потужностей.	32
2.2. Організація управління біогазовим виробництвом на підприємстві.	37
2.3. Економічна ефективність та фінансові результати біогазового виробництва.	45
2.4. Проблеми та виклики в управлінні біогазовим виробництвом.	47
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.	50
3.1. Розробка стратегії розвитку біоенергетичного напрямку в ТОВ «Галс Агро».	50
3.2. Оптимізація організаційної структури та управлінських процесів.	55
3.3. Економічне обґрунтування запропонованих заходів.	58
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

ВСТУП

Актуальність даної теми полягає в необхідності вирішення екологічних та енергетичних проблем сільськогосподарських підприємств шляхом впровадження біогазових технологій. Біогазове виробництво дозволяє ефективно утилізувати органічні відходи, зменшувати викиди парникових газів та одночасно отримувати екологічно чисту енергію. Це сприяє підвищенню енергетичної незалежності підприємств, зменшенню витрат на енергоносії та формуванню стійкого аграрного сектору. Ураховуючи зростаючий попит на альтернативні джерела енергії, управління виробництвом біогазу набуває стратегічного значення для досягнення сталого розвитку агропромислового комплексу.

Сучасний аграрний сектор України функціонує в умовах підвищених викликів, пов'язаних зі зростанням вартості енергоресурсів, дефіцитом електроенергії, необхідністю утилізації значних обсягів відходів тваринництва та посиленням екологічних вимог. Додатковим фактором є військові дії, які призвели до руйнування частини енергетичної інфраструктури та нестабільності енергопостачання в багатьох регіонах країни. За таких умов забезпечення агропідприємств власними джерелами енергії стає не лише економічною перевагою, а критичною умовою їх виживання й подальшого розвитку.

Біогазові технології, як елемент циркулярної економіки, відкривають нові можливості для формування енергоефективного та екологічно відповідального агробізнесу. Вони дозволяють перетворювати відходи виробництва – гній, силос, рослинні рештки, жом буряковий – на енергію, яка може бути використана для внутрішніх потреб або реалізована в енергомережу. Водночас побічний продукт переробки – дигестат – є цінним органічним добривом, що здатне зменшити використання мінеральних добрив і підвищити родючість ґрунтів. Таким чином, біогазові установки створюють замкнений цикл ресурсів, сприяючи підвищенню економічної ефективності та екологічної стабільності виробництва.

У міжнародній практиці біогазове виробництво давно є невід'ємною складовою енергетичних стратегій. Країни Європейського Союзу активно

розвивають цей напрям, зокрема в рамках Європейського зеленого курсу та стратегій REPowerEU, яка передбачає масштабне збільшення виробництва біометану у ЄС до 2030 року може зрости втричі, а до 2050 року – у десять разів. Україна, маючи значний аграрний потенціал, здатна внтегрувати аналогічні рішення, забезпечуючи не лише енергетичні потреби, а й експортні можливості у майбутньому.

Для українських підприємств впровадження біогазових технологій має додаткову перевагу – скорочення екологічного навантаження. Проблема накопичення органічних відходів є однією з найбільш гострих у сучасному тваринництві, оскільки неправильне поводження з ними призводить до забруднення ґрунтів, водних ресурсів та викидів метану, який має у 28 разів вищий парниковий ефект, ніж CO₂. Біогазові установки дозволяють вирішувати ці проблеми комплексно, забезпечуючи одночасну утилізацію відходів і виробництво енергії. Це відповідає принципам сталого розвитку ООН, зокрема цілям №7 «Використання відновлювальної енергії», №12 «Відповідальне споживання» та №13 «Захист планети».

На рівні державної політики Україна також рухається у напрямі розвитку біоенергетики. У законодавстві передбачено стимули для виробництва альтернативних джерел енергії, а стратегія енергетичного розвитку України до 2050 року визначає біоенергетику одним із пріоритетних напрямів. Розвиток біогазового виробництва підтримується міжнародними партнерами – ЄС, USAID, GIZ, які надають технічну допомогу та грантові програми для біоенергетичних проєктів.

З огляду на ці передумови, дослідження питань організації та управління виробництвом біогазу в сільськогосподарських підприємствах набуває особливої актуальності. Необхідність розробки ефективних управлінських рішень зумовлена як економічною доцільністю, так і екологічними вимогами, що постійно зростають.

Метою даної роботи є аналіз та обґрунтування ефективних підходів до організації та управління виробництвом біогазу в сільськогосподарських

підприємствах, з урахуванням їхніх ресурсних можливостей, економічної доцільності та екологічних вимог.

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

- Провести аналіз сучасного стану виробництва біогазу в сільськогосподарських підприємствах.

- Дослідити ресурсні можливості для впровадження біогазових установок у різних типах господарств.

- Визначити економічні та екологічні переваги використання біогазу у сільському господарстві.

- Розробити рекомендації щодо оптимізації управління виробничими процесами біогазу.

- Проаналізувати законодавчі та фінансові аспекти підтримки біогазових проєктів.

- Оцінити перспективи розвитку біогазових технологій у контексті сталого розвитку сільського господарства.

Об'єктом дослідження є процеси організації та управління виробництвом біогазу в сільськогосподарських підприємствах.

Предметом дослідження є методи, принципи, механізми та інструменти управління біогазовим виробництвом, а також економічні, технологічні й екологічні чинники, що впливають на його ефективність.

Ключові слова: біогазове виробництво, аграрне підприємство, управління, органічні відходи, енергетична незалежність, сталий розвиток, біометан, дигестат, біоенергетика.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

1.1. Сутність та економічна природа виробництва біогазу в сільському господарстві.

Виробництво біогазу в сільському господарстві – це не просто модний термін, а реальна технологія, яка дозволяє аграрним підприємством перетворювати органічну сировину, що накопичується в їхніх процесах (наприклад, гній, рештки рослинництва), на цінний енергетичний ресурс. Біогазом називають газову суміш, яка утворюється під час анаеробного розкладу органічних матеріалів без доступу кисню. Зазвичай це близько 50-70 % метану (CH_4) і 30-50 % вуглекислого газу (CO_2). [1]

Щоб зрозуміти технологічну сутність цього процесу, корисно розглянути, як саме відбувається утворення біогазу. У герметичному резервуарі – ферментері (метанізаторі) – створюються анаеробні умови, і під дією різних груп мікроорганізмів органічна сировина проходить через кілька основних етапів: гідроліз, ацидогенез, ацитогенез та метаногенез.

Під час гідролізу великі органічні молекули (білки, вуглеводи, жири) розпадаються на прості сполуки. Потім у процесі ацидогенезу утворюються легкі жирні кислоти, алкоголь, CO_2 та H_2 . Далі ацетогенез перетворює ці продукти на оцтову кислоту, водень і CO_2 . Нарешті, метаногени використовують оцтову кислоту, водень і CO_2 для утворення метану та води. Таким чином, ферментер виступає як біореактор, в якому органічні відходи перетворюються на два цінні продукти – біогаз і залишковий матеріал (дигестат). [2]

У аграрному секторі особливу роль відіграє сировинна база, оскільки саме вона визначає можливість і масштаб виробництва біогазу. Господарство, яке має тваринницьку ферму або отримує значні обсяги рослинницьких залишків – таких як солома, кукурудзяні стебла, силос кукурудзи чи жом – може ефективно використовувати ці матеріали як вхідний субстрат для біогазової установки. Відходи тваринництва є одними з найбільш придатних субстратів, оскільки вони

мають високу біодеградабельність, стабільну структуру та постійний річний обсяг. Крім того, така сировина зазвичай вже зосереджена безпосередньо в межах ферми, що значно знижує витрати на логістику та транспортування до ферментера.

Рослинницькі залишки також можуть забезпечувати значний енергетичний потенціал, однак часто потребують попередньої підготовки – подрібнення, підвищення вологості або комбінування з гнійними масами для оптимального співвідношення вуглецю та азоту.

Після запуску та стабільної роботи ферментера отриманий біогаз може бути використаний у господарстві кількома способами: для виробництва теплової енергії, електроенергії або як моторне паливо після очищення до рівня біометану. Очищений біометан за своїми властивостями прирівнюється до природного газу, що дозволяє подавати його в газову мережу або використовувати як паливо для сільськогосподарської техніки. Це відкриває можливість суттєво зменшувати витрати підприємства на енергоносії та підвищувати енергетичну автономність.

Крім виробництва біогазу, процес анаеробного зброджування створює цінний побічний продукт – дигестат. Він може бути застосований як високоефективне органічне добриво завдяки вмісту доступних форм азоту, фосфору та калію. [1]

Таким чином, суть виробництва біогазу в аграрному контексті можна формулювати так: це технологічно обґрунтований процес перетворення органічної сировини в енергетичний ресурс (біогаз) + побічний продукт з високою агрономічною цінністю (дигестат), що дозволяє господарству інтегрувати енергетику, утилізація відходів і добриво у свою бізнес-модель.

З точки зору економічної природи, така технологія дає можливість агропідприємствам знизити витрати на утилізацію відходів, забезпечити власну енергію або навіть комерціалізувати надлишок, а також підвищити стійкість господарства в умовах енергетичних викликів. Однак варто пам'ятати, що для успішного впровадження потрібні технічна компетентність, належний вибір сировини, правильний масштаб установки та грамотне управління процесом.

Нижче наведена таблиця, яка узагальнює ключові компоненти виробництва біогазу в аграрному секторі — сировинну базу, технологічний процес, інтеграцію в господарство та економічну природу — і демонструє, як кожен з них впливає на витрати, доходи й екологічні результати.

Таблиця 1.1

Характеристика основних елементів біогазового виробництва та їх вплив

Об'єкт	Опис	Економічні або екологічні наслідки
Сировинна база	Органічні відходи тваринництва (гній, рідкий гній, рештки рослинництва (стебла кукурудзи, солома), інші біомаси.	Зменшення витрат на утилізацію, використання доступної сировини, можливість отримання доходу.
Технологічний процес	Анаеробна ферментація (без доступу кисню) за участі мікроорганізмів потім утворення біогазу (метан + CO ₂) та дигестату.	Первинні інвестиційні витрати на установку, потреба технічного обслуговування, створення додаткового енергетичного ресурсу – тепло чи електрика
Інтеграція в аграрне господарство	Біогазова установка стає складовою виробничої системи: сировина з господарства – енергія чи тепло – дигестат повертається як добриво.	Підвищення ресурсної ефективності, зниження залежності від зовнішніх енергоносіїв, екологічна перевага.
Економічна природа	Синергія між агровиробництвом і виробництвом енергії. Господарство утилізує відходи, виробляє енергію, добрива.	Нові потоки доходу, зниження витрат, зміцнення іміджу господарства, водночас існують ризики (високі капітальні витрати, логістика, ринок).

Джерело: розроблено автором

У виробництві біогазу в аграрному секторі ключове значення має доступність і забезпеченість сировиною. Сільськогосподарські підприємства генерують великий обсяг органічних залишків. До них належать відходи рослинництва, серед яких солома, стебла кукурудзи, соняшникове лушпиння та рештки овочевих або зернових культур. До іншої групи можна віднести відходи

тваринництва, зокрема гній, рідкий гній та рештки, які утворюються після утримання тварин. Наукові дослідження підтверджують, що рослинні залишки мають значний потенціал для використання у процесі анаеробного збродження і можуть виступати ефективною ко-сировиною для виробництва біогазу.

Водночас не всі види органічної маси придатні однаково добре. Важливу роль відіграють такі характеристики, як співвідношення вуглецю до азоту, рівень вологості, лігноцелюлозний склад, а також доступність сировини та можливість її транспортування. Для фермерських господарств це створює значні переваги, адже сировина часто знаходиться безпосередньо на території підприємства або неподалік. Це сприяє зменшенню витрат на логістику та полегшує інтеграцію виробництва біогазу у загальний виробничий цикл.

Серед рослинних залишків доволі часто застосовують соломку зернових культур та стебла кукурудзи. Проте ці матеріали нерідко характеризуються низькою біодеградованістю, що пояснюється високим вмістом лігніну. У таких випадках необхідне попереднє подрібнення або спеціальна підготовка, яка підвищує ефективність збродження. Тваринницькі відходи, такі як гній, є більш придатною сировиною, оскільки вони вже мають достатній рівень деградованості. Крім того, переробка гною в біогазовій установці допомагає зменшити екологічні ризики, пов'язані з його накопиченням і зберіганням.

Важливу роль відіграють логістика та масштаб виробництва. Якщо відходи розташовані на значній відстані один від одного або їхнє збирання є занадто затратним, економічна доцільність виробництва біогазу може знижуватися. Наукові дослідження свідчать, що найбільш ефективною є установка, розміщена в зоні максимальної концентрації сировини, оскільки це дозволяє оптимізувати витрати на транспортування та забезпечити стабільний потік субстрату.

Отже, сировинна база в сільському господарстві не зводиться лише до факту наявності органічних відходів. Вона включає їхню реальну доступність, тип матеріалу, фізико-хімічні характеристики, логістичні можливості та економічну доцільність їхнього збору та переробки. Саме завдяки правильному вибору та

забезпеченню сировини агропідприємство створює міцну основу для ефективного та стабільного виробництва біогазу.

Виробництво біогазу в аграрному секторі відкриває значні енергетичні та ресурсні можливості для сільськогосподарських підприємств. В Україні, країні з потужною аграрною базою, органічні відходи тваринництва та рослинництва є важливим ресурсом для створення біогазових установок. Наприклад, за оцінками, потенціал виробництва біогазу та біометану в Україні може становити приблизно 22 мільярди кубометрів на рік.

За таких обсягів біогаз може стати ефективною заміною традиційних енергоресурсів та підвищити енергетичну незалежність фермерських господарств і країни в цілому. [3]

Крім того, ресурсний характер цього виробництва проявляється у двох ключових аспектах. Перший аспект – це утилізація відходів, що знижує логістичні та екологічні витрати підприємства. Другий аспект пов'язаний з отриманням додаткових продуктів у вигляді енергії, зокрема тепла, електроенергії або газу, а також добрив, тобто біогазу, який може бути повернутий у сільськогосподарське виробництво як цінний ресурс.

На практиці це означає, що сільськогосподарське підприємство, яке вводить в експлуатацію біогазову установку, не тільки отримує можливість переробляти власні відходи. Воно також створює багатофункціональну модель виробництва, в якій органічна сировина перетворюється на біогаз, а потім на енергетичний ресурс або добриво. Ця модель допомагає зменшити енергетичні витрати, покращує якість органічних добрив і створює можливості для додаткової економії або доходу за рахунок використання власної енергії та потенційного продажу надлишків. [5]

Однак для реалізації цього потенціалу необхідно враховувати технологічні та ресурсні умови: вміст метану в отриманому газі, стабільність потоку сировини, ефективність установки, витрати на транспортування та логістику, а також інфраструктуру для використання виробленої енергії. Наприклад, дослідження показують, що Україна стикається з такими проблемами, як нестабільний склад

відходів, низька концентрація метану та значні технологічні та інвестиційні бар'єри. Таким чином, енергетичні та ресурсні аспекти виробництва біогазу становлять важливу основу для ефективної моделі біоенергетики в сільському господарстві: це не тільки технологія перетворення відходів в енергію, але й економічно та екологічно обґрунтована стратегія розвитку сільського господарства.

Однак для реалізації цього потенціалу необхідно враховувати технологічні та ресурсні умови: вміст метану у виробленому газі, стабільність потоку сировини, ефективність заводу, транспортні та логістичні витрати, а також інфраструктуру для використання виробленої енергії. Наприклад, дослідження показують, що Україна стикається з такими проблемами, як нестабільний склад відходів, низька концентрація метану та значні технологічні та інвестиційні бар'єри. [6]

У сільському господарстві виробництво біогазу набуває економічного сенсу не лише як технологічний процес, а як інтегрована бізнес-модель, яка поєднує агровиробництво, утилізацію відходів і виробництво енергії. З одного боку, агро-підприємство отримує можливість скоротити витрати на утилізацію органічних відходів — таких як гній або рештки рослинництва — що раніше могли створювати додаткові витрати чи екологічні ризики.

З іншого боку, така установка дозволяє отримувати додаткові вигоди: виробляти електроенергію або тепло для власного споживання чи продажу, покращувати якість добрив (дігестат) і таким чином підвищувати ефективність господарської діяльності. [7]

При цьому важливим компонентом цієї моделі є економічна доцільність. Під час планування необхідно враховувати капітальні витрати на будівництво біогазової установки, операційні витрати, зокрема логістику, збирання сировини та технологічне обслуговування, а також ринкові умови, до яких належать ціни на енергію, чинні тарифи та наявні стимули. [8]

Бізнес-модель у сільській місцевості може функціонувати наступним чином. Ферма накопичує та переробляє власні органічні відходи і перетворює їх на біогаз, який потім використовується для власних енергетичних потреб або може

бути проданий на ринку. Залишки після ферментації, тобто дигестат, повертаються у виробництво як органічне добриво, що зменшує витрати на придбання зовнішніх ресурсів.

Ключовими умовами успішного функціонування такої моделі є правильно визначений масштаб заводу та стабільне постачання сировини. Чим більший стабільний потік відходів і чим ближче завод розташований до джерела цієї сировини, тим нижчі логістичні витрати і вища рентабельність проекту.

Таким чином, економічна суть виробництва біогазу в аграрному секторі полягає в переосмисленні сільськогосподарського виробництва як багатофункціонального ланцюга, в якому ресурси перетворюються на вторинну сировину, енергію та добрива. Це створює можливість отримати економічні вигоди та підвищити стійкість господарства.

Впровадження виробництва біогазу на сільськогосподарському підприємстві супроводжується низкою характерних особливостей та викликів, які слід враховувати при підготовці бізнес-моделі та технічній реалізації. По-перше, важливе значення мають логістика та масштаб: навіть за наявності сировини її збір, транспортування, підготовка та забезпечення стабільного потоку є серйозними викликами. Як зазначається в дослідженні, «нестабільність складу відходів» та «низька концентрація метану» є одними з основних технологічних перешкод в Україні.

По-друге, високі вимоги до технологій та інженерного обладнання: біогазова установка вимагає належного проектування, контролю процесів та інтенсивного управління. У статті зазначається, що «високий рівень технологій та інвестицій» гальмує розвиток звичайних біогазових проектів. [6]

По-третє, нормативно-правова база та інституційне забезпечення залишаються не до кінця сформованими: питання ліцензування, підключення до енергомереж, стандартизації добрив-решток (дигестату) стають бар'єрами для господарств. [4]

По-четверте, аграрне підприємство має враховувати специфіку свого виробництва: чи є достатній обсяг відходів, чи вигідно їх обробляти, чи є ринок

на надлишкову енергію або добрива, чи інтегровано це в бізнес-модель. Наприклад, якщо установка занадто велика для наявного обсягу сировини — економічна доцільність під питанням. [9]

Нарешті, екологічний та іміджевий фактор: впровадження біогазу у господарстві дає перевагу з точки зору зниження викидів парникових газів, підвищення екологічної стійкості, але також вимагає належного управління залишками, дотримання екологічних норм.

Отже, для успішної реалізації проекту з виробництва біогазу аграрному підприємству необхідно комплексно враховувати логістичні умови, технологічні вимоги, нормативне регулювання, ринкове середовище та можливості інтеграції установки у загальну виробничу систему. Лише за умови гармонійного поєднання цих факторів біогазова установка перестане бути разовим експериментом і перетворюється на стабільну, економічно обґрунтовану та стратегічно важливу бізнес-модель, що підсилює енергетичну та екологічну стійкість господарства.

1.2. Зарубіжний досвід управління біогазовими проектами: моделі, підходи, ефективність.

У зарубіжній практиці існують дві домінуючі моделі реалізації біогазових проектів у сільськогосподарському секторі: фермерські установки та великомасштабні біогазові комплекси. Кожна з них має свою технологічну логіку, організаційні особливості та різний рівень ефективності залежно від умов експлуатації.

Фермерська модель передбачає створення біогазової установки безпосередньо на фермі, де відходи власного виробництва, зокрема гній, гнойова рідина та пожнивні рештки, використовуються для виробництва біогазу. У цьому випадку вироблена енергія або тепло споживаються всередині ферми, що значно знижує енергетичні витрати. Такий підхід мінімізує логістичні витрати на транспортування сировини, забезпечує гнучку інтеграцію процесу в систему

виробництва та формує єдиний ресурсний цикл, в якому органічні залишки перетворюються на енергію, а кінцевий продукт ферментації використовується як добриво. У Німеччині ця модель була ключовою на початкових етапах розвитку сектору біогазу, коли тільки формувалася нормативно-правова база та система стимулювання.

На відміну від фермерського підходу, великі біогазові комплекси працюють зі значно більшими обсягами органічної сировини та мають іншу організаційну структуру. Вони зосереджені на переробці субстратів, що надходять не тільки з однієї ферми, а й з декількох ферм, рослинницьких підприємств, переробної промисловості або комунального сектору. У таких проектах особливу роль відіграють належним чином організована логістика, оптимальний масштаб реакторів та технологічна здатність виробляти енергію або очищений біометан для постачання в мережу. У країнах ЄС спостерігається тенденція до модернізації таких комплексів шляхом переходу на виробництво біометану, що дозволяє інтегрувати його в національні газові системи або використовувати як екологічно чисте транспортне паливо. [16]

Порівняно з фермерськими установками великі біогазові комплекси мають низку суттєвих переваг. Вони отримують вигоду від ефекту масштабу, що дає змогу зменшити собівартість виробленої енергії, залучати кілька джерел сировини та ефективно реалізовувати надлишки енергії чи виробленого біометану на ринку. Разом із тим такі комплекси потребують значно вищих інвестицій, складнішої системи логістики, яка охоплює транспортування, зберігання та підготовку різних видів сировини, а також високого рівня організаційного управління та гарантій стабільного потоку субстратів.

У наукових роботах наголошується, що модернізований біогаз у формі біометану робить вагомий внесок у трансформацію та оновлення енергетичних систем європейських країн. Це підтверджує перспективність розвитку великомасштабних біогазових комплексів як елементів сучасної енергетичної інфраструктури.

Для сільськогосподарських підприємств, особливо в країнах з розвиваючимися секторами, таких як Україна, вибір між моделями повинен базуватися на кількох ключових критеріях: обсязі доступної сировини, її наявності та регулярності; можливості внутрішнього споживання енергії або ринку збуту; можливості фінансування та підтримки; логістичних умовах (транспортування, підготовка сировини). Якщо сировина обмежена фермою і основною метою є забезпечення власної енергії або тепла, то більш доцільною буде модель ферми. Якщо є можливість об'єднати потоки сировини, доступ до ринку енергії або біометану та ресурси для великих інвестицій, то слід розглянути масштабну модель.

Підсумовуючи, моделі фермерських установок і великомасштабних комплексів представляють два крайніх варіанти з діапазону можливостей реалізації біогазового проекту. Розуміння їх переваг і обмежень є важливим кроком у плануванні ефективної установки на сільськогосподарському підприємстві, оскільки саме модель управління визначає технологічну, економічну та екологічну доцільність проекту.

Світовий досвід демонструє різноманітність організаційних та технологічних підходів до виробництва біогазу. Країни ЄС, США та інші економіки з розвиненим сільськогосподарським сектором використовують як невеликі фермерські установки, так і потужні централізовані біогазові комплекси, орієнтовані на виробництво біометану та його продаж до газових мереж. Нижче наведено систематичну таблицю, що показує основні моделі в різних країнах.

Таблиця 1.2

Типи біогазових моделей у різних країнах світу

Тип моделей	Країна	Опис
Фермерська установка	Німеччина	Farm-scale biogas plants об'ємом 300–1500 м ³ , розміщені на фермах та орієнтовані на власні потоки сировини.
Фермерська установка	Швеція	Установки на фермах, що працюють на гної та

		рослинних рештках; потенціал становить 2,3 TWh від гною та 3,1 TWh від рослинних залишків.
Великомасштабний комплекс	Німеччина	<i>BioEnergie Park Güstrow</i> — один із найбільших біогазових парків, що переробляє понад 400 тис. тонн сировини на рік та виробляє біометан і Bio-LNG.
Великомасштабний комплекс	Данія	94 аграрні біогазові установки (2022 р.), виробництво ~6,59 TWh, високий рівень апгрейду біогазу до біометану з подачею в мережу.
Фермерська/кооперативна модель	Австрія	Невеликі децентралізовані установки, що належать фермерським кооперативам; широке використання кукурудзяного силосу та гною.
Національна біометанова інфраструктура	Нідерланди	Акцент на апгрейді біогазу до біометану та продаж у газову мережу; державна програма підтримки <i>SDE++</i> .
Біогазові проекти з органічних відходів	Франція	Установки, що працюють на змішаних субстратах (сільське господарство + органічні відходи міст); активний розвиток біометанового транспорту.
Централізовані біогазові хаби	США	Великі біогазові хаби, орієнтовані на відходи тваринництва та кукурудзяний силос; розвиток ринку RNG (Renewable Natural Gas).

Джерело: розроблено автором на основі джерел 13-20

Аналіз міжнародних моделей свідчить, що ефективність біогазових установок визначається не лише технологією, але й організацією виробничого

процесу, логістикою та рівнем державної підтримки. Фермерські установки забезпечують локальну енергетичну автономію та мінімальні логістичні витрати, але обмежені ресурсною базою. Великомасштабні комплекси є більш капіталомісткими, проте дозволяють виробляти комерційний біометан, інтегруватися в національні газові мережі та формувати великі енергетичні хаби. Досвід країн ЄС демонструє, що найвищу ефективність має поєднання добре організованої логістики, стабільної системи стимулювання та чіткої інтеграції біогазових установок у національні енергетичні стратегії.

Успішне управління біогазовими проектами за кордоном ґрунтується на трьох взаємопов'язаних елементах: ефективній логістиці сировинних потоків, грамотній інтеграції установок в аграрне чи енергетичне середовище та якісному операційному управлінні всіма технологічними процесами. Це особливо помітно на прикладі Німеччини, де ці підходи реалізовані на великій кількості біогазових об'єктів і стали основою розвитку одного з найбільших біогазових секторів у Європі.

Щодо логістики сировини, у Німеччині біогазові установки здебільшого будують у сільських районах, максимально наближених до джерел органічних відходів. Така стратегія дозволяє мінімізувати витрати на транспортування, забезпечити стабільність постачання субстрату та інтегрувати установку у виробничий цикл фермерського господарства. Понад 9 500 біогазових установок у країні, більшість із яких мають фермерський характер, працюють саме за цією моделлю та використовують локальні потоки сировини. [21]

Логістична перевага такої територіальної близькості дозволяє забезпечувати стабільний потік сировини та запобігати простою ферментера, який може виникати через нерівномірне або недостатнє надходження субстрату. Це підвищує безперервність роботи установок й позитивно впливає на загальну ефективність виробничого процесу.

Другим важливим елементом є інтеграція біогазової установки в аграрне та енергетичне середовище. Показовим прикладом є комплекс **BioEnergie Park Güstrow** у Німеччині, який обробляв близько 400 тисяч тонн сировини на рік,

виробляв біометан та був підключений до національної газової мережі. Така модель демонструє подвійний тип інтеграції:

1. з аграрним виробництвом — через використання сировини, що надходить із фермерських господарств;

2. з енергетичною системою — через можливість подачі очищеного біометану в газову інфраструктуру.

Важливою складовою інтеграції є також використання дігестату як органічного добрива. Це забезпечує замкнений виробничий цикл, у якому органічні залишки перетворюються на енергію, а кінцевий продукт зброджування повертається у ґрунт, покращуючи його родючість.

Третім елементом успішного управління є операційний контроль і технологічне керування процесами. Німецькі дослідження підкреслюють масштабність та системність цього підходу. Зокрема, у роботі *“The potential contribution of biogas to the security of gas supply in Germany”* зазначається, що виробництво біогазу в країні забезпечується понад 9 500 біогазовими установками, більшість із яких працюють безпосередньо на фермерських господарствах. Така кількість об’єктів вимагає високого рівня стандартизації, технічного моніторингу та оперативного менеджменту. Саме ефективне управління на всіх етапах — від контролю якості сировини до оптимізації роботи ферментера та систем очищення — формує основу стабільного й передбачуваного функціонування біогазових установок. [21]

Масштабний досвід експлуатації біогазових установок у Німеччині демонструє важливість системного операційного управління, яке охоплює щоденний моніторинг ключових параметрів — типу та якості сировини, режимів ферментації, обсягів виробництва та економічних показників. Саме стабільність операційного менеджменту дає змогу уникати простоїв, забезпечувати передбачуваний рівень продуктивності, оптимізувати доходи й мінімізувати витрати. Приклад Німеччини підтверджує, що ефективно організована логістика сировини, інтеграція біогазової установки в аграрне та енергетичне середовище

і якісне технологічне управління створюють умови для стабільної та економічно доцільної роботи біогазового проєкту.

Для українського аграрного сектору ці висновки означають необхідність розміщувати біогазові об'єкти в безпосередній близькості до джерел сировини, інтегрувати виробництво біогазу у виробничо-енергетичну систему господарства та забезпечити належний рівень операційного контролю з моменту запуску.

Водночас міжнародна практика показує, що навіть найефективніші технологічні рішення працюють успішно лише за умов наявності продуманої системи фінансової підтримки. Значну роль відіграють орієнтовані бізнес-моделі та механізми стимулювання, які заохочують аграрні підприємства й енергетичні компанії інвестувати у створення та експлуатацію біогазових систем. У різних країнах ці стимули включають капітальні гранти (CAPEX-підтримку), тарифні надбавки, «feed-in» тарифи, податкові пільги та довгострокові договори на купівлю енергії. У Європейському Союзі такі механізми діють відповідно до «Guidelines on State aid for climate, environmental protection and energy», що забезпечує прозору правову основу для підтримки проєктів із виробництва біогазу та біометану і стимулює подальші інвестиції в цю сферу.[22]

Важливою складовою успішної реалізації біогазових проєктів є участь інвесторів. Великі установки часто залучають зовнішній капітал — інвестиційні фонди, енергетичні компанії або консорціуми аграрних виробників. У Нідерландах та Італії діє модель, що поєднує державну субсидію, приватну інвестицію та довгостроковий контракт на продаж енергії. Такий підхід знижує інвестиційні ризики, забезпечує стабільність грошових потоків і підвищує привабливість проєкту для потенційних партнерів.

Для аграрних підприємств, які розглядають запровадження біогазової установки, ці практики означають необхідність комплексного фінансового планування. Потрібно оцінити не лише витрати на будівництво, а й капітальні та операційні витрати протягом усього життєвого циклу установки, уважно вивчити можливості державної підтримки, розробити реалістичну бізнес-модель та, за можливості, залучити партнерів із досвідом управління енергетичними

проектами. За відсутності такого підходу ризику економічної невдачі істотно зростають.

Міжнародний досвід також підкреслює важливість системної оцінки ефективності біогазових проектів. Для цього застосовують набір ключових показників ефективності (КРІ), які дозволяють вимірювати не лише технологічну результативність, а й екологічні та економічні наслідки. До основних КРІ належать: обсяг виробленого біогазу або біометану, кількість отриманої електроенергії чи тепла, ефективність використання первинної енергії, обсяг утилізованих органічних відходів, скорочення викидів парникових газів та показники фінансової ефективності, зокрема витрати на одиницю виробленої енергії. Застосування таких індикаторів забезпечує прозоре управління установками, підвищує прогнозованість результатів і полегшує прийняття інвестиційних рішень.

Зокрема, у роботі Feiz et al. (2020) «Key performance indicators for biogas production» запропоновано типологію КРІ, що включає сім універсальних показників: наприклад, відношення виробленої енергії до витраченого первинного ресурсу, викиди GHG (парникових газів) на одиницю енергії, повернення інвестицій тощо. [23]

У контексті розвитку біогазового та біометанового сектору в Європі спостерігається стабільне зростання обсягів виробництва цих енергоносіїв. За даними звіту Deutsche Umwelthilfe (DUH), у 2023 році сукупне виробництво біогазу та біометану в країнах ЄС сягнуло приблизно **22 млрд м³**, що відповідає майже **7 % загального споживання природного газу в Європейському Союзі**. Такий обсяг засвідчує не лише значний внесок цих технологій у диверсифікацію енергопостачання, але й їхню стратегічну роль у зменшенні залежності від імпорتنих енергоносіїв.

Особливо швидко зростає сегмент **біометану**, який за своїми характеристиками є майже ідентичним природному газу і може подаватися у газотранспортну систему ЄС. Країни, що демонструють лідерство у цьому напрямі — Франція, Данія, Нідерланди та Німеччина — активно розширюють

потужності з очищення біогазу до біометану, що відповідає європейській стратегії REPowerEU, спрямованій на збільшення обсягів власного відновлюваного газу.

Водночас звіт наголошує на важливості контролю та вимірювання викидів метану на всіх етапах ланцюга виробництва. Наявність витоків газу під час ферментації, очищення, транспортування або ін'єкції біометану в мережу може суттєво впливати на реальний екологічний ефект технології. Саме тому ЄС посилює вимоги до моніторингу, звітності та контролю викидів метану у сфері біогазових установок, а також запроваджує нові методики оцінки ефективності та екологічної сталості виробництва.

Таким чином, сучасний європейський біогазовий сектор демонструє не лише зростання як складової енергетичної незалежності, але й рух до підвищення екологічної відповідальності, стандартизації та прозорості у всьому виробничому ланцюгу. [24]

Крім того, огляд життєвого циклу (LCA) систем біогазу показує, що технології анаеробного зброджування мають меншу інтенсивність викидів GHG порівняно з референсними системами утилізації чи спалювання відходів.

Для українського аграрного сектору такі показники ефективності критично важливі: вони дозволяють планувати проект з орієнтиром не лише на будівництво установки, а на її реальний внесок у енергоощадження, зменшення витрат та підвищення екологічної стійкості. При цьому варто враховувати місцеві умови: тип і кількість сировини, технологію, логістику, нормативно-правове середовище, ринок енергії й добрив-решток.

Нижче наведена таблиця з реальними прикладами — зарубіжними біогазовими проектами, що показують різні моделі, масштаби й результати.

Таблиця допомагає порівняти країни, типи установок і ключові уроки, які можуть бути корисними для українського аграрного сектору.

Таблиця 1.3

Світові кейси біогазового виробництва та можливості їх адаптації в Україні

Країна	Проект	Основні характеристики	Уроки для України
Німеччина	BioEnergie Park Güstrow (Mecklenburg-Vorpommern)	Обробка ~400 000 тонн сировини на рік; виробництво біометану та (після модернізації) Bio-LNG; підключення до газової мережі.	Демонструє, наскільки важлива масштабність, доступ до газової мережі і ефективна логістика. Для України варто розглядати об'єднання ресурсів декількох господарств.
Італія	Фермерські/аграрні установки у рамках суспільної політики ЄС	Італійське дослідження показує, що на регіональному рівні біогаз допоміг досягти цілей ЄС-2020, але існують бар'єри (логістика, фінанси).	Важливо: політика стимулювання + місцева адаптація. В Україні — враховувати, що без підтримки політики ефективність зменшується.
Данія / Нідерланди	Виробництво біометану як пріоритет	У країнах, як Нідерланди і Данія, велика частка біогазу після очищення стає біометаном і інтегрується в транспорт/газовий сектор	Для України це означає: розглядати не тільки «біогаз на місці», але й можливість апгрейду до біометану чи підключення до мережі

Джерело: розроблено автором на основі джерел 25-27

1.3. Нормативно-правове забезпечення та інституційне забезпечення біогазового виробництва в Україні.

Виробництво біогазу та біометану в аграрному секторі України здійснюється в рамках комплексної системи нормативно-правового регулювання, що включає базові закони, підзаконні акти та технічні стандарти. Формування цієї системи

розпочалося із прийняттям Закону України № 1391-XIV «Про альтернативні види палива» від 14 січня 2000 року. Саме цим законом було вперше введено в законодавчий обіг поняття «альтернативні види палива» та визначено біогаз як газ, отриманий з біомаси. Закон заклав правові засади виробництва, використання та державної підтримки альтернативних видів палива, створивши основу для подальшого розвитку біоенергетичного сектору.

Наступним кроком стало розширення законодавчої бази в напрямку регулювання виробництва біометану. Закон України № 1820-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану» від 21 жовтня 2021 року визначив біометан як окремий продукт, ввів поняття гарантії походження та передбачив створення державного реєстру виробників біометану. Цей нормативний акт став ключовим для інтеграції біометану в енергетичний ринок і надав юридичну можливість для його транспортування через газотранспортну систему.

Логічним продовженням стало прийняття Закону України № 3613-IX (2024) «Про внесення змін до Митного кодексу України та інших законів щодо розвитку виробництва та експорту біометану». Цей закон уточнює процедуру митного оформлення біометану, визначає його класифікацію як окрему товарну категорію та спрощує умови експорту. Документ гармонізує українське законодавство з європейськими стандартами та створює умови для інтеграції біометану в європейський ринок відновлюваного газу.

Разом ці нормативні акти формують сучасну правову інфраструктуру для розвитку біогазової та біометанової галузі в Україні, забезпечують прозорі умови діяльності для виробників та відкривають можливості для експорту та інвестицій відповідно до європейських стандартів. [28]

У сукупності розглянуті нормативні акти формують правову основу, яка дає аграрним підприємствам можливість брати участь у виробництві біогазу та біометану на чітко врегульованих юридичних умовах. Разом з тим ця система ще потребує подальшого розвитку, адже окремі підзаконні документи, технічні стандарти, правила сертифікації та механізми гарантії походження перебувають

у процесі оновлення й уточнення. Для аграрних виробників це має важливе значення, оскільки всі етапи — від технології виробництва та підключення до мереж до збуту або експорту біометану — здійснюються в рамковому полі правового регулювання.

У межах нормативно-правового забезпечення також особливу роль відіграє інституційна структура, що включає державні органи, регуляторні установи, систему реєстрів, процедури ліцензування та механізми міжвідомчої координації. Інакше кажучи, законодавство визначає загальні правила, але саме практична робота інституцій та ефективність їхніх механізмів реалізації забезпечують інтеграцію біогазових технологій у сучасний аграрно-енергетичний сектор країни.

Одним із ключових органів державного регулювання у сфері біогазу та біометану є Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП). Вона відповідає за ліцензування діяльності у сфері енергетики, встановлення тарифів, порядок приєднання до газорозподільних та газотранспортних систем, а також за регулювання ринкових відносин між енергетичними компаніями та споживачами. Саме цей орган визначає практичні правила функціонування енергетичного ринку, у тому числі для виробників біогазу та біометану.

На міжнародному рівні діяльність НКРЕКП узгоджується з підходами Energy Regulators Regional Association (ERRA) — асоціації регуляторів енергетики Європи та Центральної Азії, членом якої є Україна. ERRA формує стандарти регуляторної практики, сприяє обміну досвідом між країнами та гармонізації правил роботи енергетичних ринків. Участь у цій організації дозволяє Україні адаптувати свій регуляторний підхід відповідно до європейських норм.

Також у контексті біометанової політики важливу координаційну роль відіграє Energy Community Secretariat, що забезпечує імплементацію Україною норм ЄС у сфері енергетики. Саме цей орган контролює виконання Україною Директив і Регламентів ЄС у галузі відновлюваних газів, викидів метану,

гарантій походження біометану та правил роботи ринку газу. Завдяки його діяльності відбувається поступове наближення української системи регулювання до європейських стандартів. [29]

Другим важливим елементом інституційної інфраструктури у сфері біогазу та біометану є Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). Це центральний орган виконавчої влади, який відповідає за реалізацію державної політики у сфері енергоефективності та відновлюваної енергетики. У контексті біоенергетики агентство координує програмні заходи, спрямовані на розвиток біогазових і біометанових технологій, готує аналітичні матеріали, бере участь у формуванні стандартів та правил роботи сектору, а також взаємодіє з професійними асоціаціями, зокрема UABIO, щодо розвитку біоенергетичного потенціалу України. Його роль полягає у створенні сприятливих умов для залучення інвестицій та стимулюванні використання відновлюваних газів в енергетичній системі. [30]

Важливе місце у регулюванні та підтримці біогазових проєктів займає також Міністерство аграрної політики та продовольства України, оскільки саме аграрний сектор забезпечує основну сировинну базу для виробництва біогазу й біометану — гній, гноївку, соломку, рештки рослинництва та інші органічні матеріали. Міністерство відповідає за формування аграрної політики, управління ресурсами, розвиток тваринництва та рослинництва, а також за впровадження механізмів підтримки аграрних виробників, які можуть стати учасниками біоенергетичних проєктів. Таким чином, ця інституція забезпечує зв'язок між аграрною та енергетичною політиками, що є критично важливим для функціонування біогазових систем. [31]

У системі розвитку біогазових та біометанових проєктів в Україні важливе значення мають реєстри, ліцензійні процедури та механізми взаємодії між державними органами. Одним із ключових елементів є Реєстр виробників біометану України, створений відповідно до законодавства для підтвердження походження біометану, ведення обліку виробників та забезпечення інтеграції цього ресурсу у національну газову мережу. Наявність такого реєстру є важливою

умовою для прозорості ринку, контролю якості та можливості експорту біометану до країн ЄС.

Процедури ліцензування визначають вимоги до виробників біогазу та біометану щодо підключення до газорозподільних і газотранспортних систем. Ці процеси регулюються НКРЕКП та операторами мереж, а також включають технічні умови, вимоги до якості газу та дотримання стандартів безпеки. У практиці ринку саме ліцензування слугує механізмом узгодження діяльності виробників із загальною енергетичною інфраструктурою країни.

Крім нормативних процедур, важливою ланкою є механізми взаємодії між органами влади. Питання сировинної бази та земельних відносин перебувають у компетенції Міністерства аграрної політики та продовольства України. Питання підключення до мереж, тарифів та ринку — у сфері повноважень НКРЕКП. Розвиток відновлюваної енергетики, включаючи біогаз і біометан, координується Держенергоефективності за участю профільних асоціацій, таких як UABIO. Аналітичні центри, зокрема Ukraine Energy Initiative, відзначають, що міжвідомча координація залишається одним із ключових викликів для подальшого розвитку сектору, оскільки успішна робота виробників залежить від узгодженості дій цих органів.[32]

Для сільськогосподарського підприємства, яке планує розпочати виробництво біогазу або біометану, розуміння інституційної та регуляторної структури є надзвичайно важливим практичним елементом. По-перше, необхідно чітко знати, до якого органу звертатися на кожному етапі: до NEURC — для отримання ліцензії в енергетичному секторі та узгодження умов підключення; до операторів газорозподільних або газотранспортних систем — для отримання технічних умов; до Державного агентства з енергоефективності — щодо участі в програмах підтримки та взаємодії з реєстром.

По-друге, реєстрація підприємства в Реєстрі виробників біометану є обов'язковою умовою для комерційного використання, продажу або експорту біометану. Саме через цей реєстр обліковуються обсяги, підтверджується походження газу та надається інформація операторам мереж і регулятору. [35]

По-третє, агробізнес повинен враховувати багаторівневий характер взаємодії: сільськогосподарська сировинна база перетворюється на технологічний процес виробництва газу, потім на взаємодію з газовою мережею, і тільки потім на правове та фінансове регулювання з боку державних органів. Кожен з цих етапів має свої вимоги та стандарти.

Недостатня координація між органами влади може створити значні перешкоди: затримки з видачею технічних специфікацій, вимоги до якості газу, труднощі з інтеграцією в реєстр або тривалі переговори щодо угод з операторами мереж. Тому компаніям важливо заздалегідь планувати процес, розуміючи специфіку кожного етапу.[36]

В Україні впроваджується низка механізмів контролю та регулювання для забезпечення прозорості та передбачуваності ринку. Одним з ключових механізмів є Реєстр виробників біометану, через який компанії повинні реєструватися, надавати дані про обсяги виробництва газу, відвантаження в мережу та інформацію для формування гарантій походження. Аналітичні центри та юридичні консультанти, зокрема SAF Ukraine та Asters, відзначають, що впровадження таких механізмів наближає український сектор біометану до європейських стандартів та створює умови для виходу на ринок ЄС. [37]

По-друге, в Україні запроваджено систему **гарантій походження** (Guarantee of Origin, GoO), яка підтверджує, що вироблений газ має біогенне походження та відповідає встановленим технічним параметрам. Цей інструмент забезпечує простежуваність ресурсу та створює умови для його подальшої комерціалізації на внутрішньому й зовнішньому ринках.

По-третє, підключення виробників біометану до газорозподільних та газотранспортних систем регулюється окремими нормативними актами. Зокрема, внесено зміни до Кодексу газорозподільних мереж, що передбачають спрощення процедур приєднання та технічні вимоги для альтернативних газів, включно з біометаном. Такі оновлення мають на меті забезпечити рівні умови доступу виробників біометану до інфраструктури газового ринку.

У сукупності ці інструменти формують необхідну правову й операційну базу для інтеграції аграрних виробників біометану в енергетичну систему. Водночас вони потребують подальшого вдосконалення та повного практичного впровадження, щоб забезпечити стабільний розвиток сектору та розширити його потенціал.

В останні роки в Україні спостерігається інтенсивний розвиток нормативно-правової бази у сфері виробництва біогазу та біометану. Це відображається у прийнятті нових законів, запровадженні спеціалізованих стандартів та запуску регуляторних механізмів, які наближають українську систему до європейських вимог. Важливим кроком став Закон України № 1820-IX (2021), який вперше офіційно визначив поняття «біометан», створив Реєстр виробників біометану та запровадив механізм гарантій походження, що є ключовим елементом інтеграції в ринок ЄС.[38]

У 2023 році відбулося подальше зближення з європейськими нормами через ухвалення державного стандарту ДСТУ EN 16723-1:2023 «Природний газ і біометан для використання в транспорті та біометан для подавання до газової мережі». Цей стандарт гармонізований з європейським EN 16723-1 і визначає технічні вимоги до якості біометану для його ін'єкції у газову систему. Його впровадження є одним із ключових кроків для можливості експорту українського біометану до ЄС. [39]

У 2024 році Закон України № 3613-IX вніс зміни до Митного кодексу та низки інших актів, спростивши процедури експорту біометану й визначивши порядок його митного оформлення.

Паралельно Україна уклала меморандум із Європейською Комісією щодо стратегічного партнерства у сферах біометану та водню, що підсилює інтеграцію в енергетичний простір ЄС та передбачає гармонізацію технічних і регуляторних норм.

Окрім законодавчих змін, тривають практичні ініціативи: створення національного реєстру біометану, запуск гарантій походження, адаптація технічних вимог до газової мережі та механізмів приєднання виробників

(Енергетична Спільнота). Україна також імплементує ключові положення Директиви 2009/73/ЄС та інших актів пакету «Clean Energy for All Europeans», що регулюють доступ до газової системи й роботу ринку відновлюваних газів.

Станом на 2025 рік нормативна база України у сфері біогазу та біометану істотно зміцнилася й загалом відповідає основним вимогам ЄС, хоча частина механізмів — реєстр, гарантії походження, підключення до мереж — ще перебуває на етапі завершення впровадження.

Незважаючи на значний потенціал розвитку виробництва біогазу та біометану в Україні, регуляторне та інституційне середовище продовжує стикатися з низкою суттєвих перешкод. По-перше, існують прогалини в законодавстві: хоча ключові закони були прийняті, механізми їх реалізації залишаються неповними. Зокрема, створення реєстру виробників біометану та системи гарантій походження все ще перебуває на стадії реалізації.[40]

По-друге, процедури отримання дозволів, ліцензування та підключення до мережі є складними і часто фінансово обтяжливими, що відлякує малі та середні сільськогосподарські підприємства. У звітах аналітичних організацій наголошується на відсутності єдиного державного органу, відповідального за координацію сектору, що спричиняє затримки та порушення в процесах.[41]

По-третє, недостатня міжвідомча координація між міністерствами та регуляторними органами — енергетики, аграрної політики, інфраструктури та екології — створює додаткову невизначеність та ризики для інвесторів. У контексті війни частина державних ресурсів спрямовується на критично важливі галузі, що ускладнює розвиток нових галузей, зокрема біоенергетики. [42]

Ці виклики стають перешкодою для широкого впровадження біогазових проектів, особливо в аграрному секторі, де необхідні стабільність сировинної бази, інтеграція з енергетичними системами та фінансова підтримка.

Незважаючи на труднощі, існують значні перспективи для розвитку регуляторного та інституційного середовища для біогазу/біометану в Україні. Однією з ключових можливостей є адаптація до вимог ЄС: Україна вже рухається в напрямку дотримання Директиви 2009/73/ЄС та пакету «Чиста енергія для всіх

європейців», що створює можливості для інтеграції українського біометану в європейський ринок. [40]

Узагальнюючи, прогнозоване нормативно-інституційне середовище, прозорі механізми підтримки та належна координація державних органів є ключем до того, щоб біогаз і біометан стали реальною частиною енергетичної та аграрної стратегії України.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В ТОВ «ГАЛС АГРО»

2.1. Загальна характеристика ТОВ «Галс Агро» та його біоенергетичних потужностей

Товариство з обмеженою відповідальністю «Галс Агро» є багатопрофільним аграрно-промисловим холдингом, діяльність якого охоплює виробництво сільськогосподарської продукції, її переробку, тваринництво та інноваційні напрями біоенергетики. Сформоване на початку 2000-х років, підприємство поступово трансформувалося з локального виробника у потужного гравця на національному рівні, поєднуючи традиційні аграрні технології з сучасними підходами до енергогенерації та циркулярного виробництва.

Компанія працює у кількох ключових сферах — рослинництві, тваринництві, переробці та біоенергетиці. У структурі рослинництва провідне місце займає вирощування зернових і технічних культур, зокрема пшениці, кукурудзи, соняшнику, ріпаку та цукрових буряків. У тваринництві підприємство розвиває свинарство, птахівництво (вирощування індиків) та виробництво комбікормів. Власні цукрові заводи, елеватори та комбікормове виробництво формують основу переробного напрямку. Особливо важливою складовою є біоенергетика: «Галс Агро» активно інвестує у виробництво біогазу, біометану та генерування електроенергії й тепла з органічної сировини.

За даними Latifundist.com, земельний банк компанії становить **35–40 тис. гектарів**, розташованих у Київській, Чернігівській, Вінницькій та Полтавській областях. Така географічна концентрація ресурсів забезпечує оптимальну логістику та стабільне виробництво. Завдяки цій площі підприємство щорічно вирощує понад **250 тис. тонн** зернових і технічних культур. Окрім того, елеваторні потужності забезпечують зберігання близько **120 тис. тонн** зерна, що дозволяє гарантувати безперебійність поставок на внутрішній та зовнішній ринки. У цукровому виробництві компанія застосовує енергозберігаючі технології, а побічний продукт — жом — використовується як основна сировина для біогазових комплексів.

«Галс Агро» активно впроваджує моделі циркулярної економіки. Органічні відходи, такі як гній, буряковий жом і силосні залишки, надходять на біогазові установки, де перетворюються на біогаз і теплову та електричну енергію. Станом на 2025 рік компанія збудувала **шість біогазових заводів** загальною потужністю понад **15 МВт**, що підтверджено аналітичними даними Forbes.ua. Частина виробленої електроенергії забезпечує власні потреби підприємства, а надлишок передається до мережі за «зеленим тарифом». У 2024 році холдинг став одним із перших виробників, які здійснили **експорт біометану до ЄС через українську газотранспортну систему**, що засвідчує високий технологічний рівень та відповідність європейським стандартам (AgroPortal.ua, 2024).

Структура власності «Галс Агро» також є доволі прозорою: **15 %** компанії належить Сергію Кравчуку, а **85 %** — юридичній особі «ГАЛС-К ЛТД» (Forbes.ua, 2025). Штат підприємства перевищує **1500 працівників**, що робить холдинг одним із значущих роботодавців у регіонах присутності.

Потужна інфраструктура, велика земельна база, розвинене переробне виробництво та активне впровадження біоенергетичних проєктів забезпечують «Галс Агро» можливість працювати за моделлю замкнутого циклу. Це знижує залежність від зовнішніх енергоносіїв, підвищує ефективність виробництва та сприяє інтеграції підприємства в сучасні тренди сталого розвитку агросектору України. [43,44]

Загальний обсяг інвестицій у біоенергетичні проєкти в «Галс Агро» перевищує 30 млн доларів США, що підтверджує довгострокову стратегію підприємства, спрямовану на підвищення енергоефективності та раціональне використання ресурсів. Холдинг посідає провідні позиції серед українських підприємств, які успішно інтегрували біоенергетичні технології в аграрне виробництво. Завдяки побудові замкнутого технологічного циклу, що об'єднує рослинництво, тваринництво, переробку та виробництво енергії, компанія фактично реалізує принципи циркулярної економіки — підходу, який відповідає сучасним європейським стандартам сталого розвитку агросектору.

Інноваційна управлінська модель «Галс Агро» забезпечує підприємству низку важливих переваг. Насамперед, це енергетична незалежність: власна генерація електроенергії та тепла дозволяє мінімізувати залежність від коливань енергетичного ринку. Одночасно компанія суттєво економить на вартості енергоносіїв і витратах на утилізацію відходів, адже всі побічні продукти виробництва перетворюються на цінний енергетичний ресурс. Біогазові установки значно зменшують викиди парникових газів та неприємні запахи, що робить виробництво більш екологічним і комфортним для громад.

Переваги циркулярної моделі проявляються і в стійкості до криз. У періоди енергетичних загроз або нестачі енергії підприємство може підтримувати виробництво завдяки власним джерелам тепла та електроенергії. Важливою конкурентною перевагою є і високий рівень інноваційності: «Галс Агро» стало одним із перших українських підприємств, яке налагодило виробництво біометану та здійснило його експорт до ЄС — це відкриває принципово нові ринки збуту та підсилює роль України на європейському енергетичному ринку.

Як зазначає генеральний директор Сергій Кравчук, розвиток біоенергетики є «логічним продовженням агровиробництва», яке не лише забезпечує додатковий прибуток, а й мінімізує екологічний вплив діяльності холдингу. Завдяки цьому «Галс Агро» демонструє ефективність сучасної моделі агробізнесу, що поєднує економічну результативність, технологічну інноваційність і відповідальне ставлення до довкілля.

Протягом останніх п'яти років діяльність ТОВ «Галс Агро» демонструє стійку тенденцію до розширення виробничих потужностей, модернізації технологій та інтеграції принципів сталого розвитку у всі ключові напрямки роботи. Незважаючи на вплив макроекономічних викликів і умови воєнного стану, підприємство зберігає високий рівень операційної активності та стабільні виробничі результати, що підтверджується позитивною динамікою фінансових і галузевих показників.

Однією з основних характеристик виробничої діяльності є стабільність у використанні земельного банку: компанія щороку обробляє 35–40 тис. гектарів

сільськогосподарських угідь. На цих площах вирощуються базові зернові й технічні культури — пшениця, кукурудза, ячмінь, ріпак і цукрові буряки. Середньорічний обсяг виробництва становить 180–220 тис. тонн, причому близько чверті цієї продукції використовується всередині холдингу для забезпечення тваринництва, комбікормового виробництва та біоенергетичних комплексів.

Структура посівів за останні роки зазнала певних трансформацій: спостерігається зменшення частки традиційних зернових культур та збільшення площ під технічними, зокрема під цукровим буряком і кукурудзою на силос. Таке переорієнтування пов'язане з активним розвитком біоенергетичного напрямку, адже цукровий жом і силосні культури є основною сировинною базою для шести біогазових установок, введених в експлуатацію протягом 2018–2025 років.

Інтеграція переробних потужностей та біоенергетичних систем забезпечує «Галс Агро» можливість підтримувати замкнутий виробничий цикл, використовуючи органічні відходи для виробництва енергії та добрив. Це сприяє зниженню собівартості кінцевої продукції, підвищенню ефективності виробництва та зміцненню енергетичної незалежності підприємства. Таким чином, динаміка виробництва компанії свідчить про системний розвиток, орієнтований на технологічну модернізацію, екологічну ефективність та диверсифікацію виробничих процесів.[44]

За інформацією з відкритих джерел, зокрема OpenDataBot та Forbes.ua, фінансові результати ТОВ «Галс Агро» демонструють нерівномірну, але загалом позитивну динаміку розвитку. У 2022 році підприємство отримало прибуток на рівні близько 1,1 млн грн, що було зумовлено розширенням посівних площ, збільшенням обсягів виробництва та сприятливою ринковою кон'юнктурою на зернові культури. Проте у 2023–2024 роках компанія зафіксувала тимчасові збитки (орієнтовно від 5,7 до 6,7 млн грн), що пояснюється зростанням інвестиційних витрат, пов'язаних із реалізацією масштабних інфраструктурних проєктів. Серед ключових статей витрат — будівництво нових біогазових комплексів, оновлення техніки та модернізація цукрових виробництв.

Попри короткострокову збитковість, структура активів компанії продовжує зростати. Якщо у 2022 році їх обсяг становив приблизно 340 млн грн, то у 2024 році він перевищив 361 млн грн. Це свідчить про активне нарощування виробничого потенціалу та формування довгострокових інвестицій, які створюють основу для майбутньої фінансової стабільності та зростання.

У напрямі сталого розвитку ТОВ «Галс Агро» займає одну з провідних позицій серед українських аграрних підприємств. Компанія стала піонером у впровадженні біоенергетичних технологій на базі агровиробництва: уже в 2018 році було запущено першу біогазову установку, а в 2025 році холдинг завершив будівництво шести біогазових заводів загальною встановленою потужністю понад 15 МВт (Forbes.ua, 2025). Активна участь у міжнародних проєктах, таких як SAF Ukraine, ініціативах UkraineInvest, спрямованих на підключення біометанових потужностей до газових мереж, та співпраця з European Biogas Association у напрямі сертифікації біометану для експорту, підсилюють позиції компанії на ринку.

Особливо важливим досягненням стало те, що у 2024 році «Галс Агро» здійснила першу в історії України комерційну поставку біометану до Європейського Союзу, підтвердивши свій статус одного з ключових драйверів розвитку відновлюваної енергетики в аграрному секторі. [45]

Таблиця 2.1

Динаміка основних виробничих та фінансових показників ТОВ «Галс Агро» за 2022 – 2024 роки

Показник	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Виробничі площі, тис. га	35	38	40
Валовий збір культур, тис. т	180	205	220
Активи, тис. Грн	340 422	361 360	361 739
Зобов'язання, тис. Грн	344 303	371 005	378 106
Прибуток(+), збиток (-), тис. Грн	+ 1122	-5764	-6722
Біогазові установки, од.	3	5	6

Виробництво електроенергії, МВт	8,5	13	15+
Експорт біометану			ЄС (пілотна поставка)
Робочі місця, осіб	1300	1450	1500

Джерело: узагальнено автором за даними 43-45

Показники діяльності ТОВ «Галс Агро» за 2022–2024 роки демонструють загальну тенденцію до розширення виробництва та зростання інвестиційного потенціалу. Земельний банк підприємства збільшився з 35 до 40 тис. га, що дозволило наростити валовий збір культур на **22 %**. Паралельно з цим активи компанії зросли з 340,4 млн грн до 361,7 млн грн, що свідчить про інтенсивний розвиток інфраструктури.

Зростання зобов'язань — результат активних інвестицій у біоенергетичні проєкти та модернізацію технічної бази. Тимчасові збитки у 2023–2024 роках пов'язані саме з високою капіталомісткістю цих проєктів, тоді як у 2022 році компанія ще демонструвала прибутковість.

Найбільш динамічним напрямом став біоенергетичний сектор: кількість біогазових установок зросла з 3 до 6, а виробництво електроенергії — з 8,5 до понад 15 МВт. У 2024 році підприємство здійснило перший експорт біометану до ЄС, що означає вихід на новий ринок. Збільшення обсягів діяльності сприяло й зростанню зайнятості — кількість працівників підвищилася з 1300 до 1500 осіб.

2.2. Організація управління біогазовим виробництвом на підприємстві

Організація управління біогазовим виробництвом у ТОВ «Галс Агро» є ключовим елементом реалізації стратегії сталого розвитку компанії. Біогазові підприємства інтегровані в загальну корпоративну структуру холдингу, а їх функціонування координує департамент біоенергетики, що відповідає за

операційну діяльність усіх шести виробничих майданчиків, розташованих у Київській та Чернігівській областях [43].

Стратегічне керівництво біоенергетичним напрямом здійснюється топменеджментом компанії, який формує політику розвитку, ухвалює інвестиційні рішення та контролює ефективність роботи енергетичного сегменту. Управлінська модель побудована за функціонально-ієрархічним принципом: поєднання централізованого стратегічного управління з децентралізованим оперативним контролем забезпечує гнучкість та ефективну реакцію на виробничі зміни [44].

Система управління біогазовими потужностями включає кілька взаємопов'язаних рівнів: центральний офіс, департамент біоенергетики, локальні біогазові комплекси, а також фінансово-економічні та інженерно-технологічні служби. Центральний офіс відповідає за стратегічне планування та управління фінансовими ресурсами, тоді як департамент біоенергетики організовує операційну діяльність, координує забезпечення сировиною, реалізацію енергії та дотримання екологічних стандартів. Безпосереднє управління технологічними процесами — ферментацією, обслуговуванням обладнання та утилізацією відходів — здійснюється на рівні локальних виробничих комплексів. [46]

Важливою складовою системи управління біогазовими потужностями ТОВ «Галс Агро» є впроваджена ERP-система внутрішнього моніторингу. Вона забезпечує безперервний контроль основних технологічних параметрів у режимі реального часу: обсягів поданої сировини, температурних режимів у ферментерах, рівня енергетичного виходу та можливих технологічних втрат. Уся зібрана інформація автоматично передається до департаменту біоенергетики, де проходить аналітичну обробку й використовується для оперативного та стратегічного управління виробництвом. Застосування такої цифрової системи відповідає сучасним тенденціям автоматизації та цифровізації аграрного і біоенергетичного сектору. [47]

Таблиця 2.2

Організаційна структура управління біогазовими комплексами ТОВ «Галс Агро»

Рівень управління	Основні функції	Відповідальні підрозділи / посадові особи
Стратегічний	Визначення політики розвитку біоенергетики, планування інвестицій, управління партнерськими проектами	Генеральний директор, директор з розвитку, департамент стратегічного планування
Тактичний	Управління операційною діяльністю біогазових заводів, контроль ефективності виробництва, планування сировини	Керівник департаменту біоенергетики, головні інженери
Операційний	Безпосереднє керівництво технологічним процесом	Керівники біогазових комплексів, оператори установок
Контрольно-аналітичний	Аналіз виробничих показників, облік енергії, підготовка звітності	Енергетична служба, фінансово-аналітичний відділ
Сервісний	Технічне обслуговування, логістика сировини, утилізація дигестату	Служба постачання, технічний персонал

Джерело: розроблено автором за даними 43-45

Система організаційного управління в Gals Agro базується на тісній технологічній взаємодії між усіма виробничими напрямками. Біогазові комплекси працюють у поєднанні з цукровими заводами та тваринницькими підрозділами: побічні продукти, такі як целюлоза, гній та рослинні залишки, постачаються на біогазові установки як основна сировина. Після ферментації отриманий дигестат повертається у рослинницький сектор як органічне добриво, утворюючи замкнутий цикл ресурсів [44].

Така система допомагає зменшити витрати на мінеральні добрива, скоротити викиди парникових газів та підвищити загальну енергоефективність господарства.

Аналіз моделі управління показує, що ТОВ «Галс Агро» використовує багаторівневий, але скоординований підхід: стратегічні рішення приймаються централізовано на рівні керівництва, а оперативне управління здійснюється безпосередньо на окремих біогазових комплексах. Такий формат є оптимальним для холдингових структур з декількома виробничими майданчиками, оскільки дозволяє поєднувати контроль, стандартизацію процесів і необхідний рівень автономії на місцевому рівні [48].

Таблиця 2.3

Функціональний розподіл обов'язків у системі управління біогазовими заводами

Підрозділ	Основні управлінські функції	Ключові показники ефективності
Департамент біоенергетики	Координація діяльності комплексів, планування виробництва, управління персоналом	Обсяг виробленого біогазу (м ³), ККД когенерації (%)
Інженерно-технологічна служба	Технічна підтримка, ремонт, оптимізація процесу ферментації	Середня продуктивність реактора, частота технічних простоїв
Фінансово-економічний відділ	Контроль витрат, аналіз собівартості, планування бюджету	Рентабельність виробництва (%), вартість 1 кВт·год
Служба екології та охорони праці	Контроль екологічних показників, моніторинг викидів і безпеки	Відповідність ISO 14001, рівень скорочення викидів CO ₂ (%)
Відділ логістики та постачання	Забезпечення сировини (гній, жом, силос), транспортування дигестату	Своєчасність постачань (%), обсяг втрат при транспортуванні (%)

Джерело: розроблено автором з джерел 48

Запроваджена система управління дозволяє підприємству підтримувати високий рівень ефективності завдяки чіткій координації виробничих,

технологічних та фінансових процесів. Використання автоматизованої ERP-платформи забезпечує швидкий доступ до актуальних даних, підвищує точність планування й прогнозування, а також значно зменшує ризики технологічних збоїв. За оцінками експертів Української асоціації біоенергетики (UABIO), саме інтегрований управлінський підхід формує одну з ключових конкурентних переваг ТОВ «Галс Агро» на національному ринку біоенергетики.

Таким чином, організаційна модель управління біогазовими комплексами ТОВ «Галс Агро» базується на поєднанні стратегічного менеджменту, оперативного контролю та сучасних цифрових інструментів аналізу. Такий підхід забезпечує стабільну роботу біогазових потужностей, посилює енергетичну самодостатність підприємства та сприяє досягненню цілей сталого розвитку в аграрному секторі України.

Ефективність роботи біогазових комплексів визначається не лише якістю обладнання, а й тим, наскільки продумано та злагоджено організоване управління усіма етапами виробництва. У ТОВ «Галс Агро» система підвищення ефективності базується на комплексному підході, що поєднує економічні, технологічні, аналітичні та екологічні інструменти. Завдяки цьому підприємство забезпечує високий рівень енергетичної автономії та стабільності роботи біоенергетичного напрямку.[49]

Оскільки біоенергетика є одним із стратегічних напрямів розвитку компанії, «Галс Агро» сформувала цілісну систему управління, яка охоплює всі ключові етапи — від заготівлі й транспортування сировини до виробництва та подальшої реалізації енергії. Управлінська модель має багатофакторний характер і включає три основні компоненти:

1. Планово-аналітичний блок, який забезпечує прогнозування обсягів виробництва, аналізує відхилення та контролює динаміку ключових техніко-економічних показників.
2. Економічний блок, орієнтований на фінансове планування, контроль витрат і визначення фактичної рентабельності біогазового виробництва.

3. Еколого-технологічний блок, який відповідає за дотримання екологічних вимог, оптимізацію технологічних процесів і підвищення енерговіддачі біогазових установок.

Планування діяльності біогазових заводів у «Галс Агро» здійснюється централізовано у межах департаменту біоенергетики, який формує щомісячні та річні плани виробництва електроенергії, тепла й біометану. На основі ERP-системи компанія розробляє цифрові карти постачання сировини, що дозволяють точно прогнозувати обсяг біогазу з урахуванням сезонності постачань гною, жому чи силосу. [50]

Система внутрішнього моніторингу включає автоматичний збір технологічних даних із кожного ферментера, з подальшою аналітичною обробкою в енергетичній службі. Ключовими показниками ефективності є обсяг виробленого біогазу, коефіцієнт корисного використання сировини (ККС), коефіцієнт перетворення енергії та собівартість 1 кВт·год електроенергії.

Усі ці показники відображаються у дашбордах ERP-платформи, що дозволяє менеджменту приймати управлінські рішення на основі реальних даних. Це відповідає принципам Data-Driven Management — управління, побудованого на цифрових даних. [47]

З економічної точки зору ефективно управління біогазовим виробництвом передбачає системний контроль витрат, доходів та рівня рентабельності. Основне завдання цього процесу — забезпечити стабільний прибуток шляхом раціонального використання сировини, оптимізації енергоспоживання та підвищення продуктивності трудових ресурсів.

У ТОВ «Галс Агро» діє фінансово-аналітичний центр, який на постійній основі здійснює моніторинг фінансових результатів кожного біогазового комплексу. Значну увагу приділено витратам на логістику сировини, амортизаційним нарахуванням та технічному обслуговуванню когенераційного обладнання. За даними Forbes.ua, інвестиції підприємства в біоенергетичну інфраструктуру перевищили 30 млн доларів США, що стало основою для

повного забезпечення власних енергетичних потреб і формування додаткових доходів від продажу надлишкової електроенергії за «зеленим тарифом».[49]

Крім регулярного фінансового аналізу, компанія застосовує методи економічного моделювання, які враховують коливання цін на сировину, зміну тарифів та інші фактори. Це дозволяє визначати точку безбитковості та прогнозувати реальні строки окупності інвестицій, що є важливим для ухвалення стратегічних рішень. [51]

Управління ефективністю біогазового виробництва передбачає не лише фінансову оптимізацію, а й екологічну відповідальність. Компанія дотримується міжнародних стандартів ISO 14001 «Environmental Management Systems», що підтверджує високий рівень контролю за викидами та утилізацією відходів. Система екологічного моніторингу у «Галс Агро» охоплює контроль рівня метану у ферментерах, оцінку концентрації CO₂ у викидах, а також аналіз поживних речовин у дигестаті перед його використанням як добрива. [52]

Окремо впроваджено систему повторного використання теплової енергії, за якою частина тепла, що виділяється під час генерації електроенергії, спрямовується на підігрів ферментерів. Це знижує енергоспоживання на 10–12 % і підвищує загальний коефіцієнт корисного використання енергії.

Для оцінки ефективності застосовується комплекс показників, що охоплюють технічні, економічні та екологічні параметри.

Таблиця 2.4

Основні показники ефективності біогазового виробництва ТОВ «Галс Агро»

Показник	Одиниця виміру	2023 р.	2024 р.	Відхилення, %
Обсяг виробленого біогазу	Млн м ³	22,5	26,8	19,1
Виробництво електроенергії	МВт год	114000	136000	19,3
ККД когенерації	%	82	85	3,6
Собівартість 1 кВт год	грн	2,45	2,20	-10,3

Рентабельність виробництва	%	11,8	16,4	4,6
Скорочення викидів CO ₂	T/рік	42 000	51 000	21,4
Окупність інвестицій	років	9,2	7,8	-15,2

Джерело: розраховано автором на основі джерел 49-51

Аналіз показує, що за останні два роки ефективність біогазового виробництва у ТОВ «Галс Агро» істотно зросла: обсяг генерації біогазу збільшився майже на 20 %, рентабельність виробництва — на 4,6 %, а термін окупності інвестицій скоротився більш ніж на рік. Це стало можливим завдяки підвищенню ефективності ферментації, модернізації обладнання та впровадженню систем автоматизованого контролю процесів.

Завдяки використанню цих інструментів управління підприємство змогло не лише забезпечити **повну енергетичну автономність**, а й досягти високих екологічних результатів. Зменшення викидів CO₂ більш ніж на 20 % свідчить про вагомий внесок компанії у виконання Цілей сталого розвитку ООН, зокрема — Цілі 7 («Доступна та чиста енергія») та Цілі 13 («Боротьба зі зміною клімату»).

Отже, система управління ефективністю біогазового виробництва у ТОВ «Галс Агро» є прикладом успішного поєднання сучасних технологічних рішень із продуманими економічними механізмами. Застосування цифрових систем моніторингу, фінансового аналізу та екологічного контролю дозволяє забезпечувати стабільну роботу комплексів і досягати високих результатів навіть в умовах економічної нестабільності.

Підприємство демонструє комплексний підхід до управління, який охоплює всі аспекти — від технологічного процесу до соціальної відповідальності. Саме завдяки інтеграції планування, аналітики, інновацій і контролю «Галс Агро» посідає провідне місце серед українських компаній, що реалізують принципи енергоефективного та сталого розвитку.

2.3. Економічна ефективність та фінансові результати біогазового виробництва.

Виробництво біогазу в «Галс Агро» інтегровано в більш широку модель вертикально інтегрованого агробізнесу, і тому економічні результати цього напрямку тісно пов'язані з діяльністю основного сільськогосподарського виробництва, тваринництва та переробки. Технологічні інвестиції, перехід на нові види палива (біометан) і «зелене» виробництво електроенергії формують основу для створення доданої вартості. При цьому, як показують дані, економічна ефективність цього напрямку поки не досягла стабільно високого рівня.

Згідно з даними відкритих реєстрів, за 2024 рік «Галс Агро» має такі показники: активи — 361 739 тис. грн, зобов'язання — 378 106 тис. грн, чистий збиток — -6 722 тис. грн. Ці дані свідчать про те, що компанія інвестує значні ресурси (активи ростуть), але фінансовий результат є негативним у звітному році — що можна пояснити великими капіталовкладеннями в біоенергетичні потужності.[53]

Таблиця 2.5

Динаміка активів, зобов'язань та фінансового результату ТОВ «Галс Агро» у 2022-2024 роках

Рік	Активи (тис. грн)	Зобов'язання (тис. грн)	Чистий прибуток або збиток (тис. грн)
2022	340 422	344 303	1 122
2023	361 360	371 005	-5 764
2024	361 739	378 106	-6 722

Джерело: [54]

З погляду економіки біогазового та особливо біометанового виробництва важливо враховувати високу собівартість продукту. За даними галузевих аналітичних оглядів, в Україні виробництво біометану часто перевищує **€600 за 1000 м³**, а в окремих випадках сягає **€800–900 за 1000 м³**, тоді як вартість еквівалентного обсягу природного газу становить близько **€350 за 1000 м³**. Така різниця суттєво позначається на рентабельності та окупності інвестицій у біоенергетичні проєкти. [55]

З огляду на це нижче подано узагальнені (орієнтовні) показники для біогазового виробництва на підприємстві, які можна використати для аналітичного підрозділу.

Таблиця 2.6

Основні показники економічної ефективності біогазового виробництва

Показник	Одиниця виміру	Значення
Інвестиції в біоенергетику	млн USD	30
Собівартість 1000 м ³ біометану	€/1000 м ³	600-900
Термін окупності проекту	роки	5-6
Чистий збиток компанії (2024)	тис. грн	- 6 722
Активи / Зобов'язання(2024)	тис. грн	361 739 / 378 106

Джерело: 53, 55

Аналіз поданих даних дає змогу зробити кілька ключових висновків. Передусім видно, що компанія активно інвестує у розвиток біоенергетичної інфраструктури, формуючи основу для підвищення операційної та фінансової ефективності в майбутньому. Орієнтовний термін окупності інвестицій у 5–6 років свідчить про те, що «Галс Агро» розглядає біоенергетику як стратегічний напрям і очікує від нього віддачі в середньостроковій перспективі. Проте негативний фінансовий результат за 2024 рік підтверджує, що реалізовані проєкти ще перебувають на інвестиційній фазі і не вийшли на стабільну прибутковість.[55]

Другим важливим аспектом є висока собівартість виробництва біометану. Оскільки ринкова ціна природного газу значно нижча, рентабельність альтернативного палива залишається обмеженою. Саме цей фактор став однією з причин тимчасового призупинення виробництва біометану компанією, про що повідомляли галузеві ЗМІ. Технологічно підприємство працює на високому рівні, однак економічна модель потребує додаткового вдосконалення та оптимізації.

Водночас виробництво біогазу та електроенергії формує не тільки прямі фінансові вигоди, а й істотні соціально-екологічні ефекти — скорочення витрат

на енергоресурси, утилізацію відходів та покращення екологічного профілю підприємства. У довгостроковому вимірі ці фактори здатні підвищити інвестиційну привабливість компанії та зменшити ризики. Показовим є те, що «Галс Агро» вже здійснює експорт біометану до країн ЄС, що відкриває нові ринкові можливості та сприяє зміцненню позицій підприємства на міжнародному ринку. [56]

2.4. Проблеми та виклики в управлінні біогазовим виробництвом

Попри значний потенціал біоенергетики в аграрному секторі України, підприємства, що впроваджують виробництво біогазу та біометану, стикаються з комплексом управлінських, фінансових і нормативних викликів. ТОВ «Галс Агро», яке є одним із найактивніших учасників ринку біоенергетики, також не обходиться без труднощів, що пов'язані з організацією управління, фінансуванням і регуляторним середовищем.

Однією з ключових проблем залишається висока капіталомісткість біогазових проєктів. За даними Landlord.ua (2025), сукупні інвестиції компанії у розвиток біогазових потужностей перевищили 30 млн дол. США, а середній період окупності становить 5–6 років. Така інвестиційна модель є фінансово навантаженою, особливо в умовах воєнної нестабільності, зростання інфляції та обмеженої доступності довгострокових кредитних ресурсів. Вартість залученого капіталу суттєво зростає, що ускладнює можливість запуску нових біоенергетичних проєктів. [57]

Не менш важливою є проблема гнучкості управлінських процесів. Хоча компанія запровадила сучасну ERP-систему, яка забезпечує інтеграцію даних щодо сировини, енергетики та фінансів, у пікові періоди — зокрема під час сезону переробки буряка або активної роботи цукрових заводів — виникають затримки в синхронізації інформації між біогазовими майданчиками та центральним офісом. Це впливає на оперативність ухвалення рішень і може призводити до нераціонального використання потужностей.

Важливим викликом залишається логістика. Біогазові установки «Галс Агро» отримують сировину з тваринницьких комплексів і цукрових заводів, однак транспортування жому, силосу чи гною потребує спеціалізованої техніки та значних ресурсів. За оцінками Української асоціації біоенергетики (UABIO, 2023), логістична складова може формувати до 15–18 % загальної собівартості виробництва біогазу. Додатковою проблемою є нестача кваліфікованих кадрів у сфері технічного обслуговування біогазових установок і систем очищення газу, що змушує компанію залучати іноземних спеціалістів та збільшує операційні витрати. [58]

Фінансові труднощі біоенергетичного напрямку значною мірою пов'язані з високою собівартістю виробництва біометану. За даними AgroTimes.ua (2024), витрати на виробництво 1000 м³ біометану для підприємств України становлять у середньому 600–900 євро, тоді як ринкова ціна природного газу — близько 350 євро за той самий обсяг. Такий дисбаланс у вартості робить біометановий напрям тимчасово збитковим. У лютому 2024 року ТОВ «Галс Агро» було змушене призупинити виробництво біометану через нерентабельність, наголошуючи на потребі державної підтримки цього сегмента. Водночас компанія не відмовляється від розвитку біоенергетики, розглядаючи її як стратегічно важливий елемент енергетичної незалежності та довгострокових інвестицій. [55]

Складність управління поглиблюється й через нестабільність нормативно-правового середовища. Механізм «зеленого тарифу», який до 2023 року був основним інструментом підтримки виробників біогазу, поступово замінюється системою аукціонів, що створює невизначеність щодо майбутніх доходів. Крім того, відсутність чіткої процедури сертифікації біометану та недосконалий механізм його експорту до ЄС ускладнюють вихід підприємства на міжнародні ринки. Як зазначає UkraineInvest, процес отримання сертифікатів походження залишається тривалим і бюрократичним, що уповільнює реалізацію експортних поставок.

Значним зовнішнім фактором впливу є й умови воєнного стану. Перебої з електропостачанням, труднощі з транспортуванням сировини та нестача

пального періодично знижують продуктивність біогазових майданчиків. У 2023–2024 роках частина об'єктів працювала з меншим навантаженням саме через логістичні обмеження та проблеми з персоналом. У відповідь компанія змушена була коригувати виробничі графіки та адаптувати їх до ресурсних можливостей. [59,60]

Додатковою проблемою є відсутність розвиненого внутрішнього ринку біометану. На відміну від електроенергії, де існує регульований майданчик закупівлі, ринок біометану лишається нерозвиненим і не передбачає механізмів довгострокових контрактів. Це підвищує ризики для підприємства та ускладнює фінансове планування, роблячи доходи менш передбачуваними.

Попри ці виклики, «Галс Агро» продовжує утримувати лідерські позиції у біоенергетиці. Компанія активно вдосконалює системи цифрового управління, розвиває внутрішню кадрову базу та посилює співпрацю з міжнародними партнерами. Поряд із цим підприємство працює з державними інституціями над створенням стабільного нормативного середовища, яке забезпечить прогнозованість і підтримку виробників біометану. Таким чином, основні управлінські виклики для ТОВ «Галс Агро» поєднують фінансові, технологічні та регуляторні бар'єри, проте стратегічна орієнтація компанії на інновації та сталий розвиток створює передумови для їх поступового подолання й подальшого зростання.

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ В АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

3.1. Розробка стратегії розвитку біоенергетичного напрямку в ТОВ «Галс Агро»

Ефективний розвиток біогазового виробництва в аграрному підприємстві потребує комплексного стратегічного управління, що охоплює як внутрішні ресурси, так і зовнішні чинники впливу. Аналіз діяльності ТОВ «Галс Агро» продемонстрував, що підприємство має значний виробничий та сировинний потенціал, який включає достатню кількість органічних відходів тваринництва, рослинні залишки, налагоджену інфраструктуру й доступ до сучасних технологій. Наявність таких ресурсів створює підґрунтя для формування стратегії розвитку біоенергетичного напрямку, яка інтегрується в загальну політику підприємства щодо підвищення енергоефективності, забезпечення сталого розвитку та покращення екологічних показників.

Стратегічна мета розвитку біогазового виробництва полягає у створенні стабільного, економічно вигідного й екологічно безпечного джерела енергії через модернізацію технологій, розширення сировинної бази та оптимізацію витрат. Центральним елементом цієї стратегії є технологічна модернізація, оскільки міжнародні дослідження IEA Bioenergy свідчать, що аграрний сектор використовує лише частину свого потенціалу у виробництві біогазу. Технологічне оновлення дозволяє підвищити енергетичний вихід, зменшити втрати й підвищити загальну ефективність виробництва. [61]

Принцип ресурсної ефективності передбачає максимальне використання органічних відходів рослинництва й тваринництва, що не лише зменшує витрати підприємства, а й створює додану вартість. Водночас стратегія має бути економічно обґрунтованою: розвиток біогазового напрямку повинен приводити до суттєвого зниження витрат на енергоресурси та підвищення рентабельності виробництва. Окреме значення має екологічна складова, адже біогазові технології сприяють скороченню викидів парникових газів, покращують управління відходами та забезпечують можливість використання дигестату як

цінного органічного добрива, що повністю відповідає рекомендаціям European Biogas Association.

Важливим напрямом стратегії є інтеграція біогазового виробництва в основні види діяльності підприємства. Поєднання рослинництва, тваринництва та біоенергетики створює синергетичний ефект: сировина транспортується на мінімальні відстані, зменшуються логістичні витрати, а залишкові продукти переробки повертаються у вигляді добрив на поля. Додатково стратегія передбачає цифровізацію управління — використання автоматизованих систем моніторингу, IoT-рішень та аналітичних платформ, що дає змогу підвищити точність прогнозування, контроль процесів та загальну ефективність виробництва.

Таким чином, стратегічний підхід до розвитку біогазового виробництва в ТОВ «Галс Агро» базується на технологічних інноваціях, ресурсній ефективності, економічній доцільності, екологічній відповідальності, інтеграції в основну діяльність і цифровізації управління. Така модель дозволяє підприємству не лише підвищувати рівень енергетичної незалежності, а й забезпечувати сталий розвиток в умовах сучасних викликів та ринкових змін. [62]

Ефективний розвиток біогазового виробництва в аграрному підприємстві потребує визначення ключових стратегічних завдань, які спрямовані на підвищення технологічної, економічної та екологічної результативності виробництва. Для ТОВ «Галс Агро» такі завдання охоплюють модернізацію обладнання, розширення сировинної бази, оптимізацію фінансової моделі, посилення екологічних рішень, цифровізацію та вдосконалення організаційної структури управління.

Першочерговим стратегічним напрямом є модернізація технологічної бази біогазового виробництва. Проведений аналіз показує, що певні втрати у виході біогазу пов'язані зі змінною якістю сировини, недостатньою автоматизованістю процесів і застарілими компонентами обладнання. Міжнародні дослідження Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА) вказують, що навіть у найбільш

розвинених країнах світу рівень використання потенціалу біогазу залишається низьким, а модернізація установок є одним із ключових факторів підвищення ефективності. Для «Галс Агро» це включає встановлення вискоефективних міксерів, інтеграцію систем безперервного контролю технологічних параметрів, оновлення когенераційних двигунів та модернізацію систем очищення газу для отримання вищої частки метану. [64]

Другим важливим завданням є розширення сировинної бази підприємства. Стабільність роботи біогазових комплексів значною мірою залежить від обсягів і різноманітності доступної сировини. Європейська біогазова асоціація (ЕВА) наголошує, що сільське господарство здатне забезпечити широкий спектр органічних відходів, а дигестат — продукт після ферментації — може виступати важливим ресурсом для підвищення родючості ґрунтів. Для підприємства доцільним є розширення переліку сировини (рослинні рештки, післяжнивні залишки, відходи тваринництва різних видів), а також налагодження співпраці із сусідніми господарствами для забезпечення стабільного потоку відходів. [65]

Економічна та фінансова оптимізація становить третій стратегічний блок. Висока собівартість виробництва біометану в Україні робить необхідним ретельний контроль витрат, оптимізацію логістики, впровадження систем енергоменеджменту і залучення зовнішніх джерел фінансування — грантів, пільгових кредитів або державної підтримки. Згідно з аналітичними матеріалами World Biogas Association, карбонове ціноутворення та державні стимули можуть суттєво підвищити конкурентоспроможність біометану на ринку. Це особливо актуально для «Галс Агро», оскільки інвестиції у біоенергетичні комплекси є значними і потребують підвищення фінансової ефективності.

Наступним важливим компонентом є екологічний блок стратегії. Дигестат, утворений у процесі виробництва біогазу, може повністю замінити частину мінеральних добрив, що зменшує витрати на агровиробництво та знижує екологічне навантаження. Європейські огляди відзначають, що обсяги дигестату швидко збільшуються, і тому важливо впроваджувати раціональні системи його зберігання та внесення. Для підприємства це означає створення замкненого

виробничого циклу, у якому рослинництво забезпечує сировину, а біогазові комплекси повертають у ґрунт органічні добрива.

Цифровізація управління є ще одним стратегічним напрямом. Впровадження автоматизованих систем моніторингу SCADA, IoT-пристроїв та аналітичних платформ дозволить мінімізувати людський фактор, підвищити точність дозування сировини, контролювати ключові параметри ферментації та прогнозувати зміни у роботі обладнання. Це сприятиме підвищенню ефективності та зменшенню витрат.

Завершальним стратегічним завданням є вдосконалення організаційної структури. Для цього доцільно створити посаду менеджера з біоенергетики, сформувати спеціалізований підрозділ управління біогазовим виробництвом, розробити систему KPI для оцінки ефективності роботи біогазових установок та забезпечити системне навчання персоналу.

На основі зазначених завдань формуються основні стратегічні напрями розвитку: технічна модернізація з очікуваним підвищенням виробітку біогазу, енергетична інтеграція з поступовим зменшенням залежності від зовнішніх енергоносіїв, партнерські моделі роботи із суміжними господарствами, впровадження цифрових систем управління та екологічно орієнтовані рішення щодо утилізації та використання залишків виробництва. У сукупності ці напрями забезпечують підвищення ефективності біогазового виробництва, енергетичну автономність підприємства та зміцнення його позицій як інноваційного лідера аграрної галузі.

Таблиця 3.1

Стратегічні напрями та заходи розвитку біоенергетичного напрямку ТОВ «Галс Агро»

Стратегічний напрям	Заходи	Очікуваний результат	Термін реалізації
Модернізація технологічної бази	Встановлення нових міксерів, датчиків, оновлення когенератора	Збільшення виробітку біогазу +10-15 %, зменшення енерговитрат	2025-2027 рр.

Оптимізація сировинної бази	Диверсифікація сировини, укладання договорів із сусідами	Стабільна подача біомаси, підвищення виробництва на 5-10%	2025-2026 рр.
Економічна оптимізація	Перерахунок собівартості, оптимізація витрат	Зниження витрат на 12-18 %	2025 р.
Екологічний розвиток	Використання дигестату як добрива, зменшення викидів	Зниження потреби в мінеральних добривах, покращення екології	2025-2028 рр.
Цифровізація управління	Впровадження SCADA, автоматизація, аналітика	Підвищення точності процесів, мінімізація людського фактору	2025-2026 рр.
Організаційні зміни	Система КРІ, навчання персоналу, нові посадові обов'язки	Підвищення ефективності управління	Постійно (з 2025)

Джерело: створено автором на основі джерел 64-66

Реалізація запропонованої стратегії розвитку біоенергетичного напрямку забезпечить для ТОВ «Галс Агро» відчутні економічні, технологічні та екологічні результати. Передусім очікується зростання загального обсягу виробництва біогазу та електроенергії приблизно на 15–20 %, що стане наслідком модернізації технологічних ліній, поліпшення якості сировинних потоків та підвищення ефективності роботи біогазових реакторів. Оптимізація витрат і підвищення ресурсної ефективності дозволять скоротити потребу в традиційних енергоносіях, насамперед природному газі та дизельному пальному, на 12–18 %, що суттєво зменшить операційні витрати підприємства.

Стратегія також сприятиме формуванню цілісного та сталого циклу утилізації органічних відходів, у межах якого сировина тваринництва, рослинництва та переробки буде перетворюватися на біогаз, електроенергію та високоякісний дигестат. Це не лише мінімізує навантаження на довкілля, а й

забезпечить підприємство цінним органічним добривом, що зменшить залежність від мінеральних добрив.

Упровадження сучасних технологій, цифрових систем контролю та автоматизації дозволить підприємству досягти більшої енергетичної автономії, що є критично важливим у період нестабільності енергопостачання та високих ринкових ризиків. Окрім того, покращення екологічних показників та відповідність європейським стандартам сталого виробництва зміцнять репутацію підприємства як інноваційного та екологічно відповідального виробника. Це, у свою чергу, підвищить конкурентоспроможність «Галс Агро» як на внутрішньому, так і на міжнародному аграрному ринку, створюючи передумови для подальшого розвитку та інтеграції в європейські ланцюги постачання.

3.2. Оптимізація організаційної структури та управлінських процесів

Ефективне функціонування біогазового виробництва в аграрному підприємстві залежить не лише від технологічної бази, а й від того, наскільки раціонально організовані управлінські процеси та взаємодія між підрозділами. Дослідження міжнародних організацій свідчать, що найбільш успішні біогазові проєкти поєднують високотехнологічні рішення зі структурованою системою управління, де чітко визначені відповідальні особи, регламенти та комунікації. Зокрема, IEA Bioenergy підкреслює, що одна з ключових причин провалів біогазових проєктів — нечіткий розподіл повноважень та слабка координація між службами підприємства. [63]

З урахуванням проведеного аналізу, ТОВ «Галс Агро» потребує вдосконалення організаційної структури таким чином, щоб біогазовий напрям не функціонував відокремлено, а був повністю інтегрований у загальну систему управління підприємством. Для цього необхідно створити професійний управлінський центр, який координуватиме всі етапи роботи біогазового комплексу — від планування сировинного забезпечення до контролю виробничих параметрів і дотримання екологічних норм.

Першочерговим завданням є формування окремого відділу біоенергетики, який стане структурною одиницею холдингу та відповідатиме за оперативне управління виробництвом. У його компетенції мають бути: щоденний контроль технологічних процесів, моніторинг ключових параметрів ферментації, управління потоками сировини, а також координація роботи між тваринницькими, рослинницькими та технічними підрозділами.

Такий підхід відповідає поширеним у країнах ЄС моделям організації біогазових підприємств, на що вказують методичні рекомендації German Biogas Association. Згідно з ними, виділення спеціалізованих посад та відповідальних підрозділів зменшує виробничі ризики, покращує технологічну дисципліну та забезпечує стабільність роботи біогазових установок. [67]

Разом із формуванням нового підрозділу виникає потреба у перегляді функцій уже існуючих структур підприємства. Зокрема, підрозділ тваринництва, який відповідає за забезпечення біогазового комплексу гноєм, має працювати за чітко визначеними стандартами щодо якості сировини — оптимальної частки сухої речовини, вологості, графіків подачі та персональної відповідальності. Подібний підхід також повинен застосовуватися до підрозділу рослинництва, який забезпечує підготовку та зберігання рослинних відходів, силосу та післяжнивних решток. Технічний відділ у свою чергу відповідає за обслуговування когенераційних установок та насосних систем. Відсутність регламентів у цих процесах часто стає причиною виробничих збоїв, що підтверджено у методичних рекомендаціях UNIDO. [68]

Наступним елементом оптимізації є впровадження системи KPI (ключових показників ефективності), що дозволяє формалізувати очікувані результати й забезпечити об'єктивний контроль роботи персоналу. Для біогазових комплексів доцільними є такі показники, як стабільність роботи реакторів, обсяг виробленого біогазу, кількість годин простою, ефективність використання сировини, собівартість виробництва 1 м³ біогазу та рівень технологічних втрат. [69]

Згідно з дослідженнями IEA Bioenergy, використання системи KPI дозволяє підвищити продуктивність біогазових установок на 15–20 %, особливо завдяки зниженню ризиків технологічних відхилень.

Важливим напрямом удосконалення є автоматизація процесів управління. У сучасних біогазових установках ключову роль відіграють системи цифрового моніторингу — SCADA, датчики температури, тиску, рН, вологості та рівня газу. Автоматизація забезпечує оперативне реагування на технологічні відхилення, знижує вплив людського фактору та підвищує стабільність виробництва. У «Biogas Plant Development Handbook» наголошується, що підприємства з високим рівнем автоматизації мають значно меншу аварійність та менше коливань виробничих параметрів.[70]

Крім технологічних аспектів, необхідно вдосконалити внутрішні комунікації та документообіг. Важливим кроком є створення єдиного регламенту роботи біогазового комплексу, який визначатиме взаємодію між підрозділами, відповідальних осіб та порядок реагування на нестандартні ситуації. Світова практика показує, що регулярні оперативні наради — щоденні для операторів і щотижневі для управлінців — дозволяють зменшити кількість помилок на 30–40 %, що підтверджується рекомендаціями UNIDO.[68]

Окрему увагу необхідно приділити підвищенню кваліфікації персоналу. Оскільки біогазові технології поєднують елементи агрономії, біохімії, енергетики та інженерії, працівники мають проходити регулярне навчання. У галузевих рекомендаціях BiogasWorld підкреслюється, що недостатня кваліфікація входить до трійки головних причин аварійності на біогазових установках.[70]

Загалом оптимізація організаційної структури ТОВ «Галс Агро» повинна ґрунтуватися на створенні спеціалізованого підрозділу біоенергетики, впровадженні KPI, автоматизації виробничих процесів, чітких регламентах та розвитку системи навчання персоналу. Такий комплексний підхід повністю відповідає моделям європейських підприємств, які працюють у сфері біогазу, що

підтверджується аналітичними матеріалами щодо організаційних структур біогазових станцій.[67]

Це забезпечить ефективність виробництва, зниження ризиків, енергетичну незалежність і підвищення конкурентоспроможності підприємства в довгостроковій перспективі.

3.3. Економічне обґрунтування запропонованих заходів

Економічне обґрунтування є ключовою передумовою ухвалення управлінських рішень щодо вдосконалення біогазового виробництва. Будь-які інвестиції — у технологічне оновлення, зміну організаційної структури чи оптимізацію виробничих процесів — мають бути підтвержені конкретними економічними показниками, які відображають зниження витрат, підвищення енергоефективності, зростання рентабельності та зміцнення енергетичної незалежності підприємства. Саме тому у цьому підрозділі наведено розширений економічний аналіз можливого ефекту від реалізації запропонованих заходів, підкріплений міжнародними дослідженнями та потенційними показниками для ТОВ «Галс Агро».

Комплекс модернізаційних заходів включає встановлення високоефективних міксерів, інтеграцію датчиків контролю параметрів ферментації, оновлення або заміну когенераційної установки, а також удосконалення систем очищення газу. За даними International Energy Agency (IEA), такі технічні оновлення здатні забезпечити **зростання виходу біогазу на 10–25 % та скорочення енергоспоживання на 15–20 %**, що значно покращує економічні результати виробництва. [71]

Економічні переваги вдосконалення біогазового виробництва на підприємстві проявляються насамперед у зростанні енергетичної ефективності та підвищенні стабільності роботи комплексу. Модернізація обладнання — зокрема, оновлення міксерів, встановлення датчиків контролю параметрів і поліпшення системи очищення газу — дозволяє збільшити вихід біогазу та одночасно зменшити енергоспоживання. Міжнародні дослідження засвідчують,

що використання сучасних технологій може підвищити виробництво біогазу на 10–25 %, а витрати енергії на технологічні процеси знизити на 15–20 %. Для ТОВ «Галс Агро» це означає не лише збільшення генерованої електроенергії, але й скорочення залежності від зовнішніх енергоносіїв, підвищення автономності та зниження витрат на технічне обслуговування завдяки більш надійним технологічним рішенням.

Важливу роль у підвищенні економічної ефективності відіграє автоматизація виробничих процесів. Сучасні системи моніторингу (SCADA, датчики рН, температури, тиску, рівня газу) значно зменшують кількість аварійних ситуацій і технічних простоїв. Європейський досвід показує, що автоматизація знижує число аварійних зупинок приблизно на 12–18 %, а витрати на ремонти — на 10–14 %. У результаті підприємство отримує більш стабільний технологічний процес, підвищену безвідмовність обладнання та можливість точного прогнозування навантажень, що позитивно впливає на фінансові результати.

Розширення та стабілізація сировинної бази також формує значний економічний ефект. Недостатнє завантаження ферментерів навіть на кілька відсотків призводить до суттєвого падіння виробітку біогазу, тому забезпечення постійного надходження жому, силосу, гною чи рослинних залишків є критично важливим. Збільшення обсягів сировини та її енергоємності дозволяє отримувати вищу частку метану, уникати сезонних коливань і забезпечувати стабільну генерацію електроенергії. Для підприємства це означає гарантоване навантаження реакторів, постійний вихід біогазу та збільшення внутрішніх енергетичних ресурсів, які можна використовувати у виробничих процесах. [64]

У сукупності модернізація обладнання, автоматизація та розширення сировинної бази створюють потужну основу для підвищення економічної рентабельності біоенергетичного напрямку. Підприємство зменшує залежність від зовнішніх ринків енергоносіїв, оптимізує витрати та отримує можливість стабільної роботи у довгостроковій перспективі, що забезпечує не лише економічний, але й стратегічний ефект для всієї структури виробництва. [69]

Економічна вигода від диверсифікації сировини

Тип сировини	Метановий вихід (м ³ СН ₄ /т)	Потенційне збільшення прибутку
Гній ВРХ	20-25	Низький
Гній свиней	15-30	Середній
Силос кукурудзяний	180-220	Високий
Жом буряковий	90-120	Середньо-високий

Джерело: розроблено автором

Чим більша частка сировини з високим енергетичним потенціалом потрапляє до ферментерів, тим вищою стає продуктивність біогазового комплексу, а отже — і його прибутковість. Використання енергоємних субстратів, таких як кукурудзяний силос, цукровий жом чи концентровані органічні відходи, забезпечує стабільний і високий вихід метану, що дає змогу підвищити обсяги виробництва електроенергії та тепла. Це особливо важливо для підприємств, які прагнуть зменшити залежність від традиційних енергоносіїв і створити самодостатню внутрішню енергетичну систему.

Важливим економічним елементом є також використання дигестату — залишку після ферментації біомаси. Дигестат виступає повноцінним органічним добривом, яке містить азот, фосфор, калій та інші мікроелементи у доступній для рослин формі. Це дозволяє суттєво зменшити витрати на закупівлю мінеральних добрив. Європейські дані свідчать, що підприємства, які регулярно застосовують дигестат у рослинництві, скорочують потребу в мінеральних добривах у середньому на 20–40 %. Таким чином, біогазове виробництво дає не лише енергетичний, а й агрономічний ефект, забезпечуючи замкнутий цикл ресурсів і додаткове покращення економічних показників.

У сукупності використання високоякісної сировини та застосування дигестату створюють відчутний економічний потенціал для підприємства,

підвищуючи ефективність виробництва, скорочуючи витрати та забезпечуючи більш сталу та екологічну модель аграрного виробництва. [62]

Використання дигестату як органічного добрива створює для підприємства суттєвий економічний ефект, оскільки дає змогу зменшити витрати на закупівлю мінеральних добрив і одночасно підвищити родючість ґрунтів. Це також скорочує витрати на утилізацію органічних відходів та сприяє підвищенню урожайності культур.

Ще одним важливим аспектом є посилення енергетичної стійкості підприємства. У сучасних умовах воєнного стану, частих перебоїв в електропостачанні та високої волатильності цін на енергоносії власне біогазове виробництво стає стратегічною перевагою. Воно дозволяє зменшити залежність підприємства від ринку електроенергії, стабілізувати витрати та забезпечити безперебійну роботу ключових виробничих процесів навіть у кризових ситуаціях.

Особливої актуальності це набуває з огляду на стан енергетичної інфраструктури України. Як видно з рисунка 3.1, енергосистема має розгалужену, але вразливу мережу ліній і об'єктів, які часто стають мішенню для атак, що загрожує стабільності електропостачання. Це підсилює економічну доцільність інвестування у власні біоенергетичні потужності, які гарантують автономність і безперервність роботи аграрного підприємства.

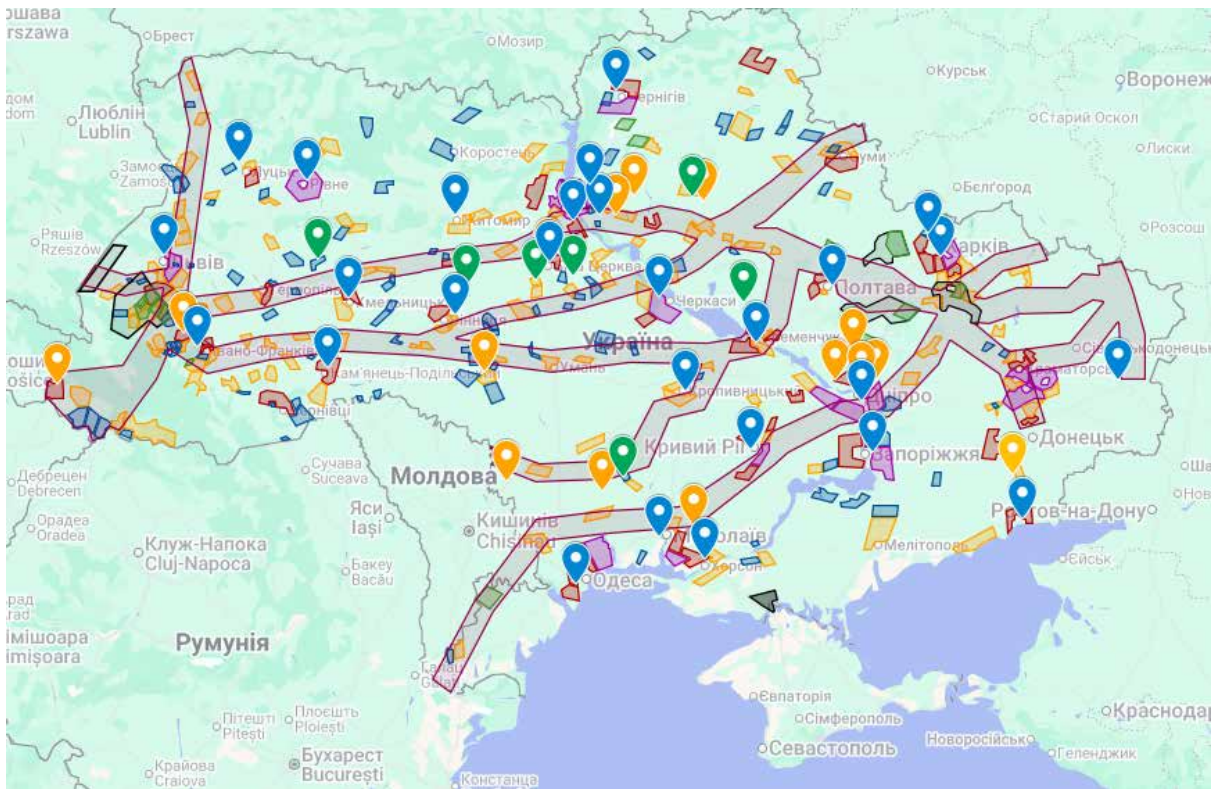


Рис. 3.1. Інтерактивна карта оптимальних зон розміщення біогазових та біометанових установок в Україні

Джерело: створено автором на основі [72]

Дана карта демонструє ключові об'єкти енергетичної інфраструктури України — магістральні та розподільчі мережі, газотранспортні коридори, енергетичні вузли та об'єкти генерації. Карта відображає високу концентрацію стратегічних елементів у центральних та східних областях, що водночас підкреслює їхню вразливість у період військових дій. Візуалізація підтверджує необхідність диверсифікації енергопостачання аграрних підприємств і переходу до локальних джерел енергії, зокрема біогазових комплексів.

Сукупний вплив запропонованих заходів створює відчутний інтегральний економічний ефект для ТОВ «Галс Агро». По-перше, модернізація технологічного обладнання та розширення сировинної бази забезпечують зростання виробництва біогазу на 10–15 %, що підвищує енергетичну автономію підприємства. По-друге, оптимізація технологічних процесів і впровадження цифрових систем управління дозволяють зменшити операційні витрати на 12–18 %, скоротити кількість аварійних простоїв на 12–18 % та знизити витрати на ремонт на 10–14 %. Додатковий економічний ефект формується за рахунок

використання дигестату як добрива, що дає можливість заощаджувати 20–40 % витрат на мінеральні добрива. Впровадження КРІ та організаційних змін підвищує ефективність роботи персоналу на 15–20 %, роблячи виробництво більш стабільним і прогнозованим. У цілому ці результати підтверджують економічну доцільність стратегії розвитку біоенергетичного напрямку та забезпечують підприємству довгострокову фінансову стійкість, підвищену конкурентоспроможність і зменшення залежності від зовнішніх енергоресурсів.

ВИСНОВКИ

Розвиток біогазового та біометанового виробництва в аграрному секторі України набуває особливої актуальності в умовах енергетичної нестабільності, зростання вартості енергоносіїв та необхідності переходу до сталих моделей господарювання.

1. Біоенергетика сьогодні є не лише інноваційним напрямом, але й стратегічним інструментом підвищення енергетичної безпеки та конкурентоспроможності аграрних підприємств. Саме тому дослідження організаційних аспектів управління біогазовим виробництвом є важливим як у науковому, так і у практичному вимірі.

Проведений аналіз підтвердив, що біогазові технології мають значний потенціал для українського АПК, оскільки дозволяють ефективно утилізувати органічні відходи, зменшувати негативний екологічний вплив, заміщувати традиційні енергоносії та формувати циркулярну модель виробництва. У першому розділі було обґрунтовано теоретичні засади функціонування біогазових установок, їхню ресурсну природу, екологічні переваги та можливості інтеграції в аграрні підприємства різного масштабу. Вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить, що ефективність біогазового виробництва залежить від технологічних рішень, організації логістики, якості управління та державної політики підтримки.

2. У другому розділі детально проаналізовано нормативно-правове середовище функціонування біогазового та біометанового виробництва в Україні. Було встановлено, що за останні роки відбулася суттєва модернізація законодавства: запроваджено правовий статус біометану, створено Реєстр виробників біометану, ухвалено стандарти, гармонізовані з європейськими нормами, та врегульовано експортні процедури. Разом із тим, інституційне середовище все ще характеризується певними викликами — відсутністю повноцінної координації між державними органами, нестачею підзаконних актів, складністю процедур підключення та отримання гарантій походження. Ці фактори суттєво впливають на практичну реалізацію біоенергетичних проєктів.

3. У третьому розділі було проведено комплексну аналітику діяльності ТОВ «Галс Агро» — одного з найбільш прогресивних українських аграрних підприємств, яке активно впроваджує біогазові технології. Дослідження показало, що компанія має потужний ресурсний потенціал: розвинуту сировинну базу, земельний банк, модернізовану інфраструктуру та шість біогазових установок загальною потужністю понад 15 МВт. Фінансовий аналіз за 2022–2024 роки засвідчив наявність значних інвестицій у біоенергетику (понад 30 млн USD), що хоч і призвело до тимчасових збитків, однак забезпечило довгострокове зростання активів та формування стійкого енергетичного сегмента.

4. Представлена в розділі 3 стратегія розвитку біоенергетичного напрямку стала ключовим практичним результатом роботи. Було визначено шість стратегічних пріоритетів: модернізація технологічної бази, розширення та диверсифікація сировинних потоків, економічна оптимізація, екологічні рішення, цифровізація, а також організаційні зміни. Для кожного напрямку розроблено конкретні заходи, очікувані результати та строки реалізації. Зокрема, модернізація обладнання та впровадження SCADA, датчиків і систем автоматизації дозволять підвищити виробіток біогазу на 10–15 % та зменшити аварійні простої на 12–18 %. Оптимізація сировинної логістики та ефективне використання дигестату знизять витрати на добрива на 20–40 %. Введення KPI і спеціалізованого підрозділу біоенергетики забезпечать підвищення продуктивності на 15–20 %.

5. Також було розраховано економічний ефект від реалізації стратегії. Інтегральний аналіз показав, що запропоновані заходи є економічно обґрунтованими та здатними забезпечити:

- підвищення енергетичної автономії підприємства;
- зменшення залежності від зовнішніх енергоносіїв;
- стабільність виробничих процесів навіть у кризових умовах;
- зниження операційних витрат;
- створення замкнутого екологічного циклу;

- формування додаткових ринкових переваг, зокрема можливість експорту біометану до ЄС.

б. Таким чином, результати дослідження підтверджують, що біогазове виробництво має не лише економічний, але й стратегічний ефект для аграрних підприємств, а розроблена модель управління для ТОВ «Галс Агро» може бути використана як приклад для інших суб'єктів АПК.

Узагальнюючи проведені дослідження, можна зробити висновок, що ефективний розвиток біоенергетичного напрямку вимагає комплексного підходу, який охоплює технологічне оновлення, сучасні системи управління, оптимізацію процесів та чітке нормативне забезпечення. Успішність таких проєктів залежить від синергії між ресурсною базою, управлінськими рішеннями та зовнішньою інституційною підтримкою. Розроблена стратегія для ТОВ «Галс Агро» доводить, що навіть у складних умовах воєнного часу аграрні підприємства України можуть успішно розвивати інноваційні напрямки, підвищувати енергонезалежність та забезпечувати сталий розвиток.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fagerström, A., Al Seadi, T., Rasi, S., Briseid, T, (2018). The role of Anaerobic Digestion and Biogas in the Circular Economy. Murphy, J.D. (Ed.) IEA Bioenergy Task 37, 2018. URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/08/anaerobic-digestion_web_END.pdf
2. University of Maryland, Department of Environmental Science and Technology. Anaerobic Digestion: Basic Processes. Extension Factsheet, University of Maryland. URL: https://enst.umd.edu/sites/enst.umd.edu/files/files/documents/Extension/Anaerobic-Digest_Basic-Processes.pdf
3. Сфера біогазу в Україні: великі перспективи та реальність. Енергетичний Перехід в Україні. URL: <https://energytransition.in.ua/sfera-biohazu-v-ukraini-velyki-perspektyvy-ta-real-nist/>
4. Біогаз та біометан – нові можливості для енергетичної незалежності України. White paper. URL: <https://expro.com.ua/statti/white-paper-bogaz-ta-bometan-nov-mojlivost-dlya-energetichno-nezalejnost-ukrani>
5. Біогаз як джерело альтернативної енергії. *Aggeek* | *Актуальні знання*. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/biogaz-yak-dzherelo-alternativnoi-energii>
6. Фурман І., Ксенчин Д. УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ АПК ТА ДОМОГОСПОДАРСТВ. *Економіка та суспільство*. 2024. № 59. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-44>
7. Шульц Р., Арцінгер М., Рат Г.-К., Шмідт Т. Виробництво і використання біогазу в Україні. УАВІО, 2012. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2012/11/biogaz-arzinger-handbook.pdf>
8. Пришляк Н., Білокінна І. Нові знання щодо ефективності використання індивідуальних біогазових установок для переробки відходів домогосподарств. Журнал «Економіка та суспільство». № 54 (2023). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-43>
9. Динаміка та перспективи виробництва біогазу - AC Group. *AC Group*. URL: <https://ac-group.in.ua/blog/динаміка-та-перспективи-виробництва>

10. Лісовенко О. В., Ніковська М. В. Аналіз виробництва біогазу та перспективи розвитку біогазових технологій в Україні. МНАУ, 2023. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15468/3/Аналіз%20виробництва%20біогазу%20.pdf>
11. AgroBiogas. *The experience of Europe and the world of biogas technologies*. URL: <https://agrobiogas.com.ua/the-experience-of-europe-and-the-world-of-biogas-technologies/>
12. Xue S., Zhang S., Wang Y., Wang Y., Song J., Lyu X., Wang X., Yang G. What can we learn from the experience of European countries in biomethane industry: Taking China as an example? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.113113>
13. Krieg & Fischer Ingenieure. Farm-scale biogas plants. URL: https://www.kriegfischer.de/fileadmin/public/docs/texte/farm-scale_biogas_plants.pdf
14. Eliasson L. Swedish farm-scale biogas production. URL: https://biogasbloggen.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/04/eliasson_swedish-farm-scale-biogas-production1.pdf
15. Wikipedia. *BioEnergie Park Güstrow*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/BioEnergie_Park_Güstrow
16. IEA Bioenergy Task 37. Country Reports Summary 2024. URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2024/10/IEA_Bioenergy_T37_CountryReportSummary_2024.pdf
17. Austrian Biogas Association. Biogas in Austria. URL: <https://www.biogas.at>
18. Government of the Netherlands. *Biomethane production and SDE++ support scheme*. URL: <https://www.government.nl/topics/renewable-energy>
19. ADEME, France. Biomethane development in France. URL: <https://www.ademe.fr>
20. U.S. Energy Information Administration (EIA). Renewable Natural Gas (RNG) market overview. URL: <https://www.eia.gov>

21. Thrän D., Deprie K., Dotzauer M., Kornatz P., Nelles M., Radtke K.S., Schindler H. The potential contribution of biogas to the security of gas supply in Germany. *Energy, Sustainability and Society*, 13 (2023), Article 12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00389-1>
22. European Environmental Bureau (EEB). *Biogas policies in the EU: Levelling up or locking in?* EEB, 2025. URL: https://eeb.org/wp-content/uploads/2025/10/Biogas-policies-in-the-EU_Levelling-up-or-locking-in_.pdf
23. Feiz Aghaei R., Johansson M., Lindkvist E., Moestedt J., Nilsson Påledal S., Svensson N. Key performance indicators for biogas production – methodological insights on the life-cycle analysis of biogas production from source-separated food waste. *Energy*, 200 (2020), Article 117462. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117462>
24. Deutsche Umwelthilfe (DUH). *Quantifying methane emissions in European biogas and biomethane supply chains*. DUH Report, 2023. URL: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Energie/Methan/Report_-_Quantifying_methane_emissions_in_European_biogas_and_biomethane_supply_chains.pdf
25. Wikipedia. *BioEnergie Park Güstrow*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/BioEnergie_Park_Güstrow
26. Picchio M., Pignata G., D'Adamo I. *Biogas and EU's 2020 targets: Evidence from a regional case study in Italy*. Renewable Energy, 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/318635407_Biogas_and_EU%27s_2020_targets_Evidence_from_a_regional_case_study_in_Italy
27. IFEU – Institute for Energy and Environmental Research. *The role of biomethane in the European energy system*. IFEU Report, 2021. URL: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu_ECF_biomethane_EU_final_01.pdf

28. Energy Community Secretariat. *Biomethane development and regulatory framework in Ukraine*. Energy Community, 2023.
URL: <https://www.energy-community.org>
29. National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/National_Commission_for_State_Regulation_of_Energy_and_Public_Utilities
30. UABIO – Ukrainian Bioenergy Association. *Держенергоефективності та розвиток біоенергетики*. URL: <https://uabio.org>
31. Wikipedia. *Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine*.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ministry_of_Agrarian_Policy_and_Food_of_Ukraine
32. Energy Community Secretariat. *Biomethane register and regulatory framework in Ukraine*. Energy Community, 2023.
URL: <https://www.energy-community.org>
33. UABIO – Ukrainian Bioenergy Association. *Ліцензування та технічні вимоги для виробників біогазу/біометану*.
URL: <https://uabio.org>
34. Ukraine Energy Initiative. *Institutional coordination challenges in Ukraine's bioenergy sector*. URL: <https://ukraine-energy.initiative>
35. SAF Україна (Sustainable Aviation Fuels Ukraine). *Регуляторне середовище та розвиток ринку біометану в Україні*.
URL: <https://saf.org.ua>
36. SAF Україна. *Гарантії походження та реєстр біометану в Україні: аналітичний огляд*. URL: <https://saf.org.ua>
37. Asters Law Firm. *Регулювання виробництва та експорту біометану: юридичні аспекти*. URL: <https://www.asterslaw.com>
38. Верховна Рада України. *Закон України № 1820-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану» (2021)*.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua>

39. RGC – Regional Gas Company. *Впровадження стандарту ДСТУ EN 16723-1:2023 для ін'єкції біометану в газову мережу*. URL: <https://rgc.ua>
40. Gas & H2 Regulation Review. *Regulatory barriers for biomethane integration in Ukraine*. URL: <https://gas-hydrogen-regulation.eu>
41. Lund University (liu.se). *Institutional challenges for renewable gas development in Ukraine*. URL: <https://www.liu.se>
42. Ukraine Energy Initiative. *Biomethane sector coordination and regulatory gaps in Ukraine*. URL: <https://ukraine-energy.initiative>
43. Latifundist.com. *Галс Агро: земельний банк, виробничі потужності, структура холдингу*. URL: <https://latifundist.com>
44. Forbes.ua. *ТОВ «Галс Агро»: структура власності та розвиток біоенергетичного напрямку (2025)*. URL: <https://forbes.ua>
45. OpenDataBot. *ТОВ «Галс Агро» (код ЄДРПОУ 37109938). Фінансова звітність та активи на кінець 2024-го*. URL: <https://opendatabot.ua/c/37109938>
46. AgroPortal.ua. *Операційна діяльність біогазових комплексів «Галс Агро» та розвиток біометанового виробництва*. URL: <https://agroportal.ua>
47. UABIO — Ukrainian Bioenergy Association. *Digitalization and monitoring systems in biogas production*. UABIO, 2023. URL: <https://uabio.org>
48. UkraineInvest. *Підтримка інвестиційних проєктів у сфері біоенергетики: кейс «Галс Агро»*. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua>
49. Forbes.ua. (28.10.2025). *«Галс Агро» збудувала шість біогазових заводів і генерує понад 15 МВт електроенергії*. URL: <https://forbes.ua/news/gals-agro-zbuduvala-shist-biogazovikh-zavodiv-i-generue-ponad-15-mvt-elektroenergii-28102025-33679>
50. Latifundist.com. (2025). *Компанія «Галс Агро»*. URL: <https://latifundist.com/kompanii/227-gals-agro>

51. UkraineInvest. (2022). Gals Agro to connect biomethane plant to gas network. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/en/news/02-08-22>
52. AgroPortal.ua. (2024). *Галс Агро запустила виробництво біометану в ГТС України*. URL: <https://agroportal.ua/news>
53. UBKI / ЄДРПОУ — Фінансова звітність підприємства «Галс Агро». *Офіційні дані фінансових показників за 2024 рік*. URL: <https://edrrou.ubki.ua/ua/37109938>
54. OpenDataBot. *ТОВ «Галс Агро» — фінансова звітність та показники за 2022–2024 роки*. URL: <https://opendatabot.ua/c/37109938>
55. AgroTimes. *«Галс Агро» призупинив виробництво біометану через його збитковість*. URL: <https://agrotimes.ua/elevator/gals-agro-pryzupynuv-vyrobnycztvo-biometanu-cherez-jogo-zbytkovist/>
56. AgroPortal.ua. *Українська компанія здійснила перший експорт біометану до ЄС*. URL: <https://agroportal.ua>
57. Landlord.ua. *Біоенергетичні інвестиції та розвиток біогазових проєктів в Україні*. URL: <https://landlord.ua>
58. UABIO — Ukrainian Bioenergy Association. *Аналітика щодо логістичних і технологічних витрат у виробництві біогазу*. URL: <https://uabio.org>
59. ExPro Consulting. *Аукціонна система для ВДЕ: перспективи та ризику для виробників біогазу*. URL: <https://expro.com.ua>
60. UkraineInvest. *Експорт біометану: вимоги, сертифікація та бар'єри виходу на ринок ЄС*. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua>
61. IEA Bioenergy. *The role of biogas in agricultural sustainability and untapped potential*. URL: <https://www.ieabioenergy.com>
62. European Biogas Association (EBA). *Sustainability and environmental impact of biogas and biomethane*. URL: <https://www.europeanbiogas.eu>
63. International Energy Agency (IEA). *Outlook for biogas and biomethane development globally*. URL: <https://www.ieabioenergy.com>

64. European Biogas Association (EBA). *Exploring digestate's contribution to healthy soils.*
URL: <https://www.europeanbiogas.eu>
65. World Biogas Association (WBA). *Market and policy impacts on biomethane competitiveness.* URL: <https://www.worldbiogasassociation.org>
66. Fortes Media. *Digestate management and sustainability in EU agriculture.*
URL: <https://www.fortesmedia.com>
67. Thai–German Cooperation. *Different organizational structures for community biogas plants.* URL: https://www.thai-german-cooperation.info/.../Different%20organizational%20structures%20for%20community%20biogas%20plants_EN.pdf
68. UNIDO. *Best Practice Manual for Biogas Plants.*
<https://downloads.unido.org/.../Best%20Practice%20Manual.pdf>
69. IEA Bioenergy. *Drivers for Successful Biogas Production.*
<https://www.ieabioenergy.com/.../Drivers-for-Successful...pdf>
70. BiogasWorld. *Biogas Plant Development Handbook.*
<https://biogasworld.com/biogas-plant-development-handbook/>
71. International Energy Agency. *Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth.* URL: <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth>
72. Біометанові зони
URL: https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1ttZ12uWjd2NxxH-xc3Lin61fN_4JrE1D&usp=sharing