

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШУГАЛО ВЯЧЕСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК (332.155 : 662.767.2) : 338.432

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТА
ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В АГРАРНИЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ**

Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»

Спеціальність 051 «Економіка»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В. М. Шугало

Науковий керівник:
доктор економічних наук, професор
Черевко Георгій Владиславович

Львів – 2021

АНОТАЦІЯ

Шугало В. М. Еколого-економічна ефективність виробництва та використання біогазу в аграрній сфері економіки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 05 – «Соціальні та поведінкові науки» за спеціальністю 051 «Економіка». – Львівський національний аграрний університет, 2021

У дисертаційній роботі представлено результати дослідження можливих шляхів вирішення проблеми забезпечення еколого-економічної ефективності виробництва та використання біогазу як продукту утилізації відходів агропромислового комплексу.

Оцінено можливості формування потенціалу виробництва і використання біогазу в аграрній сфері економіки та відповідної сировинної бази, а також визначено критерії еколого-економічної ефективності одержання біогазу з відходів різних галузей агропромислового комплексу. Представлено результати дослідження кількісних характеристик динаміки поширення біогазових установок у Європі та в Україні і можливостей виробництва та реалізації біометану в Україні. Встановлено, що наявність великих потужностей підземних сховищ природного газу в Україні дає змогу продавати газ державі чи приватним підприємствам з можливістю його накопичення. Це актуально, якщо споживання газу (в літній період) скорочується і створені потужності біогазових установок будуть перевищувати можливості споживання. Тоді високорозвинута мережа газотранспортної системи забезпечить оптимальні умови для передачі біометану від біогазової установки до споживача. Доведений до необхідних параметрів якості біометан дає змогу значною мірою замінити природний газ. Наведено орієнтовні показники вартості актуальних методів очищення біогазу та собівартості одержуваного при цьому біометану.

Обґрунтовано можливості використання малих біогазових установок у приватних домогосподарствах. Розраховано термін окупності для малої біогазової

установки на прикладі проєкту HomeBiogas. Описано процес споживання людиною товарів та енергії з використанням біогазової установки та без неї. Встановлено умови її ефективного використання, виявлено і систематизовано проблеми, які можуть виникнути, та можливі їх вирішення для ефективного функціонування малої біогазової установки.

Розглянуто стан експортно-імпортного паритету паливних ресурсів та добрив в Україні. Встановлено, що Україна є енергетично залежна країна, яка імпортує значну кількість комплексних добрив, що можуть бути вироблені на основі переробки органічних відходів у біогаз. Це обумовлює наявність значного потенціалу до імпортозаміщення та росту валового внутрішнього продукту як за рахунок використання біогазу, виробленого з відходів агропромислового комплексу, так і сировини для виготовлення добрив, отриманої в результаті такого виробництва. Визначено, що в структурі чистого імпорту паливно-енергетичних ресурсів та добрив в Україну за 2019 рік в обсязі \$12,9837 млрд за енергоносії та добрива заплачено відповідно \$11,7860 млрд та \$1,1977 млрд, які можна замінювати власними ресурсами, а зекономлені кошти інвестувати в економіку України.

Представлено результати дослідження можливості вирощування енергетичних культур для проведення процесу рекультивації на радіаційно забруднених та пошкоджених територіях. Встановлено, що з допомогою біогазової установки можна переробляти продукти, отримані на радіаційно забруднених територіях, вносити отримані добрива та зменшити коефіцієнт переходу радіонуклідів у рослину. Це дасть змогу позбавитися проблеми втраченої вигоди і сприяти поверненню забруднених територій у господарську діяльність, у процесі якої здійснюватиметься й рекультиваційна активність, що є вигідною як для інвесторів, так і для держави. Проаналізовано оптимальні можливості утилізації синьо-зелених водоростей з Дніпровського каскаду з точкою забору біля греблі Кременчуцької ГЕС та за допомогою біогазової установки.

Наведено результати основних показників ефективності використання біогазової установки для утилізації відходів галузі птахівництва у ПрАТ «Оріль-Лідер» з урахуванням динаміки зміни тарифів на електроенергію, природний газ, вартість рідких та твердих біодобрих, екологічного ефекту, а також дисконтування грошових потоків. Визначено еколого-економічний ефект від використання біогазової установки за проєктними розрахунками та фактичними даними. Порівняно доходи від реалізації електроенергії за «зеленим» тарифом та від використання біометану (при прирівнюванні з ціною природного газу). Знайдено можливості для підвищення еколого-економічної ефективності діяльності біогазової установки ПрАТ «Оріль-Лідер» при додатковій утилізації синьо-зелених водоростей. Обґрунтовано важелі регулювання ціноутворення при використанні доходів від діяльності біогазової установки для підтримання ефективних обсягів виробництва в періоди максимального зниження обсягів реалізації.

Запропоновано створення ринку для реалізації органічних відходів, які б стимулювали розвиток виробництва біогазу та зменшували забруднення навколишнього середовища цими відходами. Це стимулюватиме підвищення еколого-економічної ефективності функціонування біогазового комплексу, створюватиме умови для оптимального типу утилізації органічних відходів підприємств харчової промисловості та готельно-ресторанного комплексу. Цьому сприятиме встановлення нових біогазових установок на всій території країни, які створюватимуть оптимальніші умови для запровадження і розвитку відповідної логістики та підвищення рентабельності утилізації органічних відходів зазначених галузей. Як приклад наведено можливості оптимізації роботи майбутнього біогазового комплексу, який планується реалізувати на потужностях Львівводоканалу.

Обґрунтовано кроки зі створення системи державної підтримки виробництва та використання біогазу, одержаного внаслідок утилізації відходів галузей агропромислового комплексу, які передбачають удосконалення нормативно-правової бази, що повинна забезпечити: адекватне регулювання, а також дотримання прав і обов'язків стейкхолдерів усього ланцюга процесу

утилізації відходів та одержання і використання біогазу; створення умов для гарантування захисту інвестицій; гармонізацію стандартів біогазу з встановленими у ЄС; розвиток ринку збуту біопалива в Україні; збалансування штрафів та податків і надання їм проактивного характеру.

Встановлено, що в середньому термін окупності проєктів з утилізації органічних відходів складає 4-7 років. Тому варто зменшити податкове навантаження на діяльність біогазової установки у перші 5 років її роботи. Це можна реалізувати у вигляді часткових чи повних податкових канікулів (що має залежати від потужності об'єкта). Ефективним буде залучення закордонних фондів для формування під керівництвом держави програми грантів і стартових кредитів з 0% для запуску та налагодження роботи біогазових установок. При цьому дані кошти повинні виділятися з обов'язковою «групою підтримки» (менеджером з розвитку зеленої енергетики, експертом з будівництва та запуску біогазової установки, аналітиком), яка повинна забезпечувати прогалину в знаннях щодо проєктування, методах розрахунків, запуску та діяльності біогазової установки, а також мати налагоджені контакти з виробниками обладнання і представниками наукового супроводу. Такий симбіоз буде надавати поетапну підтримку та зможе відчутно покращити стан розвитку виробництва біогазу у процесі утилізації відходів агропромислового комплексу.

Запропоновано впровадження мінімальних обов'язкових квот на споживання біогазу (або інших форм енергії з нього) у вигляді біометану для споживання населенням та промисловістю, а також палива для автотранспорту (автогаз), заміщуючи частку природного газу біогазом та підвищуючи загальну частку відновних джерел енергії. Також потрібно заохочувати використання біодобрив для застосування у агропромислових підприємствах, тим самим заміщуючи мінеральні добрива, які є менш ефективні та левову частку яких імпортуємо. Підтверджено, що проєкти запуску біогазових установок є корисними для суспільства у плані запобігання забрудненню навколишнього середовища та зменшення негативного впливу на здоров'я населення. Це вимагає поінформування суспільства про ефекти, які створює діяльність біогазових

установок, бо через низьку обізнаність громади недостатньо сприяють забезпеченню підтримки реалізації суспільно корисних проєктів з утилізації відходів агропромислового комплексу шляхом їх утилізації та виробництва і використання біогазу.

Ключові слова: еколого-економічна ефективність, біогаз, біодобрива, утилізація, органічні відходи, біогазова установка, агропромисловий комплекс.

SUMMARY

Shuhalo V. M.. Ecological and Economic Efficiency of Biogas Production and Utilization in the Agricultural Sector of the Economy. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for a degree of Philosophy Doctor in field of study 05 «Social and behavioral studies» by program subject area 051 «Economics». – Lviv National Agrarian University, 2021.

The dissertation presents results of possible ways to solve problems in order to provide ecological and economic efficiency of biogas production and usage as a utilization product of agro-industrial wastes.

Possibilities of potential formation of biogas production and utilization in the agrarian sphere of economics and the corresponding raw material base have been estimated. The research defines criteria of ecological and economic efficiency of biogas reception from wastes of various branches in an agro-industrial complex. The study presents results of dynamics quantitative characteristics of distribution of biogas plants in Europe and Ukraine and the possibilities of production and sale of biomethane in Ukraine. It is established that the presence of large capacities of underground natural gas storage facilities in Ukraine allows selling gas to the state or private enterprises with the possibility of accumulation. This is relevant if consumption (during summer) is reduced and the capacity of biogas plants will exceed consumption, thus a highly developed network of a gas transmission system will provide optimal conditions for transferring biomethane from the biogas plant to a consumer. The biomethane, adjusted

to the necessary quality parameters, allows replacing natural gas to a large extent. Approximate indicators of the cost of current methods of biogas purification and the cost of biomethane have been provided.

Possibilities of using small biogas plants in private households have been substantiated. The payback period for a small biogas plant is calculated on the example of HomeBiogas project. The process of human consumption of goods and energy with and without a biogas plant has been described. The conditions of its effective usage have been established, the problems that may arise and possible solutions for the efficient operation of a small biogas plant have been identified and systematized.

The thesis demonstrates the state of export-import parity of fuel resources and fertilizers in Ukraine. It is established that Ukraine is an energy-dependent country, importing a significant amount of complex fertilizers that can be produced on the basis of processing organic waste into biogas. It leads to a significant potential for import substitution and growth of gross domestic product, both through biogas utilization from the waste of the agro-industrial complex as energy and raw materials for fertilizer production. It is stated that \$12.9837 billion, for energy and fertilizers \$11.7860 billion and \$1.1977 billion respectively, was paid in the structure of net imports of fuel and energy resources and fertilizers to Ukraine in 2019, that can be replaced by own resources, thus saved funds can be invested in the economy of Ukraine.

The results of the study of possible energy crops growth for the reclamation process in radiation-contaminated and damaged areas have been presented. It has been stated that it is possible to process products, obtained in radiation-contaminated areas, apply received fertilizers and reduce the conversion rate of radionuclides into the plant by means of a biogas plant. It will allow getting rid of the problem of lost profits and facilitating the return of contaminated areas to economic activities, in the process of which reclamation activity will be carried out, being beneficial for both investors and the state. The optimal possibilities of blue-green algae utilization from the Dnieper cascade with a sampling point near the dam of Kremenchuk HPP and by means of a biogas plant have been analyzed.

The results of the key indicators of efficiency of biogas plant utilization for poultry industry waste in PJSC "Oril-Leader" have been provided, taking into account the dynamics of changes in tariffs for electricity, natural gas, cost of liquid and solid biofertilizers, environmental effect and cash flow discounting. The research determines the ecological and economic effect of biogas plant utilization according to project calculations and actual data. Revenues from electricity sales at the "green" tariff and from biomethane usage (compared with the natural gas price) have been compared. Opportunities have been found to increase the environmental and economic efficiency of the biogas plant of PJSC "Oril-Leader" with additional blue-green algae utilization. The levers of price regulation when using incomes from biogas installation activity for maintaining effective volumes of production in the periods of the maximum decrease in volumes of realization have been stated.

It is suggested to create a market for the sale of organic waste that will stimulate development of biogas production and reduce environmental pollution by waste. It will also provoke an increase of ecological and economic efficiency of the biogas complex operation and create conditions for the optimal type of utilization of organic waste of the food industry enterprises and hotel and restaurant sectors. It will be facilitated by the installation of new biogas plants throughout the country, thus creating better conditions for introducing and developing appropriate logistics and increasing profitability of organic waste disposal in these industries. As an example, the possibilities to optimize the operation of the future biogas complex, which is planned to be implemented at the facilities of Lvivvodokanal, have been provided.

The thesis substantiates steps to create a system of state support for the biogas production and utilization, obtained from waste disposal of the agro-industrial complex, including improvement of the regulatory framework that should ensure adequate regulation. The following stages have been provided, i.e. to keep to the rights and responsibilities of stakeholders, the entire chain of waste disposal and biogas production and utilization, to create conditions to guarantee investment protection, to harmonize biogas standards with those ones established in the EU, to develop the market for biofuels in Ukraine, to balance fines and taxes and make them proactive. It is

established that the average payback period of organic waste disposal projects is 4-7 years. Therefore, it is necessary to reduce the tax burden on activities of the biogas plant in the first 5 years of operation. This can be done in the form of partial or full tax holidays (it should depend on the capacity of the facility). It will be effective to attract foreign funds to create a state program of grants and start-up loans with 0% for launching and commissioning of biogas plants. These funds should be allocated with a mandatory "support group" (the manager for green energy development, the expert in construction and commissioning of a biogas plant, the analyst) that will provide a knowledge gap in design, calculation methods, start-up and biogas plant operation. Contacts with equipment manufacturers and representatives of scientific support should be determined. The symbiosis will provide step-by-step support and will be able to significantly improve the state of development of biogas production in the process of waste utilization in the agro-industrial complex.

The research suggests introducing minimum mandatory quotas for biogas consumption (or other ways of received energy) in the form of biomethane for consumption by population and industry as well as fuel for vehicles (auto-gas), replacing the share of natural gas with biogas and increasing the total share of renewable energy sources. It is also necessary to encourage the use of biofertilizers for utilization in agro-industrial enterprises, thereby replacing mineral fertilizers, being less efficient and lion's share of which is imported. It has been confirmed that biogas projects are beneficial for society in terms of preventing environmental pollution and reducing the negative impact on public health. It requires informing public about the effects of biogas plants because due to low awareness of citizens, communities do not sufficiently support the implementation of socially useful projects for the utilization of waste from the agro-industrial complex through biogas utilization, production and usage.

Key words: ecological and economic efficiency, biogas, biofertilizers, utilization, organic waste, biogas plant, agro-industrial complex.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Черевко Г., Колодій А., Шугало В. Еколого-економічна ефективність переробки побутових і промислових відходів на біогаз. *Аграрна економіка*. 2019. Т.12, №1-2. С. 98-107 (дисертанту належать результати досліджень екологічної та економічної ефективності окремих способів переробки різних органічних відходів на біогаз).
2. Черевко Г., Шугало В. Виробництво біопалива як чинник підвищення еколого-економічної ефективності відновлення і використання пошкоджених територій. *Аграрна економіка*. 2018. Т.11, №1-2. С. 131-140 (дисертанту належать результати досліджень ефективності рекультивації пошкоджених територій шляхом вирощування на них енергетичної біомаси та її переробки на біогаз).
3. Черевко Г., Шугало В. Сфери та переваги застосування біогазу у вирішенні енергетичних проблем. *Аграрна економіка*. 2017. Т.10, №3-4. С. 127-132 (дисертанту належать результати досліджень впливу використання біогазу на розвиток економіки аграрних підприємств, регіонів та країни загалом, а також результати аналізу доцільності утилізації різних видів біомаси з метою одержання і використання біогазу).

Стаття в зарубіжному науковому періодичному виданні:

4. Cherevko G., Shuhalo V. Biogas production as an effective method of reducing the eutrophication of reservoirs. *The scientific heritage: an international quarterly journal*. 2020. No 45, P5. P. 53-59 (дисертанту належить обґрунтування економічної, соціальної і екологічної доцільності виробництва біогазу на основі комплексної утилізації органічних відходів аграрних підприємств та іншої органіки з прилеглої до підприємства території)

Публікації в матеріалах наукових конференцій:

5. Шугало В. Одержання та використання енергії з біогазу як важливий напрямок агропромислової інтеграції. *Ефективність функціонування*

сільськогосподарських підприємств: матеріали VII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (23-25 травня 2018 р). Проблематика 2018 р.: Сільськогосподарські підприємства України в умовах агропромислової інтеграції. Львів: Ліга-Прес, 2018. С. 123-126.

6. Шугало В. Енергетична ефективність утилізації органічних відходів. *Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції (11-12 вересня 2020 р.).* Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2020. С. 95-96.

ЗМІСТ

Вступ.....	15
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ І МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ У АГРАРНІЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ.....	
22	
1.1.Поняття еколого-економічної ефективності	22
1.2. Сутність і особливості еколого-економічної ефективності виробництва і використання біогазу	30
1.3. Методика дослідження еколого-економічної ефективності виробництва і використання біогазу в аграрній сфері економіки.....	44
Висновки до розділу 1	55
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ У АГРАРНІЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ.....	
58	
2.1.Оцінка можливостей виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки	58
2.2.Еколого-економічна ефективність виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки на прикладі діяльності біогазової установки ПрАТ «Оріль-Лідер»	117
2.3. Чинники, що впливають на еколого-економічну ефективність виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки	158
Висновки до розділу 2	175
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ У АГРАРНІЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ	
178	
3.1. Оптимізація поєднання інтересів стейкхолдерів у виробництві і використанні біогазу в аграрній сфері економіки	178
3.2. Створення системи державної підтримки розвитку виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки	209
3.3. Впровадження позитивного зарубіжного досвіду виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки	214
Висновки до розділу 3	223
ВИСНОВКИ.....	226
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	230
Додатки.....	252

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

АГНКС (CNG) – автомобільна газонаповнююча компресорна станція

АПК – агропромисловий комплекс

АВВ – аналіз витрат і вигід

LCA – аналіз життєвого циклу

ЄС – Європейський Союз

ЧТВ – чиста теперішня вартість

ВНД – внутрішня норма дохідності

ТО – термін окупності

ГП – готовність платити

ГПК – готові прийняти компенсацію

ІП – інвестиційні проєкти

МХП – Миронівський хлібопродукт

АЕС – атомна електростанція

ВРХ – велика рогата худоба

ТПВ – тверді побутові відходи

СР – суха речовина

ГЕС – гідроелектростанція

ЄБА – Європейська Біогазова Асоціація

БМ – біометан

ТЕЦ – теплоелектроцентрально

НРК – азот, фосфор, калій

ПГ – природний газ

ГТС – газотранспортна система

PSA – pressure swing adsorption (адсорбція під перемінним тиском)

КГУ – когенераторна установка

КВВП – коефіцієнт використання встановленої потужності

ККД – коефіцієнт корисної дії

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводи

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ГДК – гранично допустима концентрація

ГДР – гранично допустимі рівні

КП – коефіцієнт переходу

КН – коефіцієнт накопичення

у. п. – умовне паливо

т н. е. – тонна нафтового еквівалента

ЄБРР – Європейський банк реконструкції та розвитку

БГУ – біогазова установка

БК – біогазовий комплекс

ВВП – валовий внутрішній продукт

СНВР – стратегія низьковуглецевого розвитку

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

FIT – feed-in tariff (фіксований тариф)

ВСТУП

Актуальність теми. Широке використання біоенергії – важливе питання енергетичної безпеки, а також невіддільний чинник розв’язання проблеми реалізації концепції зрівноваженого розвитку сільських територій. Подальша оптимізація діяльності агропромислового, лісівничого та переробного комплексу все більш якісно дозволяє керувати потоками енергії, а також відповідної цінної сировини та вартісних послуг, тим паче за зростаючих світових цін на традиційні енергоресурси. Біогазові установки дозволяють виробляти біогаз, біодобрива, біоенергію та ефективно утилізувати органічні відходи, що забезпечує комплексний підхід у напрямку маловідходної та безвідходної діяльності. Також біогазові установки є одним із оптимальних способів вироблення енергії, як на невеликих підприємствах для окремих домогосподарств та сіл, так і на великих підприємствах, які мають значні потужності для виготовлення продукції і можуть забезпечувати енергією значні потреби. Водночас сучасні технології підвищують ефективність виготовлення біогазу та знижують обсяг залучення потрібних інвестицій.

Поступове зменшення запасів викопних енергетичних ресурсів та все більша оптимізація діяльності підприємств у аграрній сфері веде до нарощування потужностей біоенергетики з метою заміщення викопних джерел енергоносіїв. З підвищенням економічної привабливості, удосконаленням екологічних стандартів, подорожчанням палива, загостренням проблем зміни клімату попит на біопалива відчутно зростає, а особливо на біогаз, який можна виробляти із відходів тваринного та рослинного походження від функціонування аграрних підприємств. Анаеробне бродіння – це високоефективний метод утилізації органічних відходів. А отриманий біогаз має широку сферу застосування. Він може бути доочищений до біометану і використовуватись, як альтернатива природному газу, а може спалюватись для отримання тепла та електроенергії, при цьому рідкі та тверді біодобрива, що утворились після переробки відходів, є

високоєфективними, збалансованими та легкозасвоюваними і не шкодять навколишньому середовищу.

Проблемами та перспективами виробництва та використання біогазу в аграрній сфері економіки займаються такі вчені, як В. Гавриш, І. Гончаренко, Г. Гелетуха, І. Демчак, А. Долінський, В. Джеджула, А. Желєзнат, Г. Калетнік, Ю. Кернасюк, М. Кобець, В. Козир, А. Коненченков, А. Кузнецова, П. Кучерук, В. Павліський, Н. Попадинець, Г. Ратушняк, С. Сокрут, В. Лісничий, Ю. Нагірний, С. Чернявський, В. Якубів та ін. Науковці сформулювали концептуальні положення щодо можливостей виробництва та використання біогазу у сфері сільського господарства та переробних галузях. Проте дана проблематика є настільки динамічною і актуальною, що потребує постійних всебічних системних досліджень, а особливо стосовно оцінки еколого-економічної ефективності виробництва біогазу з відходів аграрного виробництва та його споживання у цій же сфері. Зазначене зумовило вибір теми дисертаційного дослідження, визначило його мету і завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідних робіт економічного факультету Львівського національного аграрного університету, є складовою теми наукових досліджень на 2016–2020 рр. «Організаційно-економічний механізм забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору економіки та села» (номер державної реєстрації 0116U003176). У рамках зазначеної теми дисертант дослідив теоретико-методичні та практичні аспекти підвищення еколого-економічної ефективності діяльності підприємств агропромислового комплексу при переробці органічних відходів у біогаз та біодобрива, а також можливості кооперації у діяльності.

Мета і завдання дослідження. Метою є удосконалення науково-теоретичних засад та методичних положень еколого-економічної ефективності виробництва біогазу із відходів аграрного виробництва та його використання.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- розкрити екологічні та економічні аспекти виготовлення, а також використання біогазу із відходів аграрного виробництва.
- окреслити методика здійснення еколого-економічного аналізу виробництва та споживання біогазу.
- обґрунтувати можливості кооперації для підвищення ефективності виробництва та застосування біогазу в агропромисловому комплексі.
- розглянути вітчизняний та закордонний досвід у виробництві і застосуванні біогазу в аграрній сфері економіки.
- розробити рекомендації щодо реалізації можливостей підвищення рівня ефективності виробництва біогазу із відходів аграрного виробництва шляхом їх утилізації у відповідний спосіб та використання біогазу, як для власних потреб, так і його комерціалізації.

Об'єктом дослідження є процеси, пов'язані з утилізацією відходів аграрної сфери економіки шляхом їх переробки на біогаз та із його комерційним використанням.

Предмет дослідження: є еколого-економічна ефективність процесів, пов'язаних із утилізацією відходів аграрної сфери економіки шляхом їх переробки на біогаз та його використанням.

Методи дослідження. Забезпечення еколого-економічної ефективності при роботі з відходами агропромислового комплексу, перероблення відходів в біогаз є одним із найефективніших способів із їх ефективною утилізації. Ця ефективність залежить від багатьох чинників зовнішнього та внутрішнього характеру, що зумовлює необхідність використання системного підходу у дослідженні їх впливу. Теоретичною та методологічною основою проведених досліджень є положення економічної теорії, наукові праці вітчизняних та закордонних вчених з питань переробки відходів виробництва у біогаз. В процесі дослідження використано методи, прийняті в дослідженнях економічного спрямування: статистико-економічний – для опрацювання масиву статистичних та емпіричних даних; монографічний – для детального вивчення окремих елементів досліджуваного явища на прикладі конкретних об'єктів; графічний – для наочної

ілюстрації досліджуваних явищ, процесів і закономірностей; економіко-математичний, математичного моделювання і розрахунково-конструктивний – при вивченні можливостей оптимізації параметрів переробки відходів; аналізу і синтезу, порівнянь, метод єдності історичного і логічного в економічних дослідженнях – для вивчення наявного досвіду реалізації оптимальних і ефективних заходів щодо підвищення рівня ефективності отримання біогазу АПК різних країн та виявлення можливостей застосування окремих позитивних його елементів в Україні; метод експертних оцінок, системно-діагностичного, структурно-логічного аналізу – для дослідження процесів і явищ, що впливають на формування рівня ефективності застосування переробки відходів у біогаз.

Інформаційною базою для проведення дослідження були: законодавчі і нормативно-правові акти України; директиви країн Європейського Союзу; матеріали Державної служби статистики України, статистичні дані митниці; матеріали Біоенергетичної асоціації України; наукові публікації вітчизняних і закордонних учених; дані статистичної виробничої звітності діяльності біогазової установки ПРАТ «Оріль-Лідер»; результати власних досліджень автора.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку положень та підходів до еколого-економічної ефективності від виробництва та використання біогазу у аграрній сфері економіки шляхом утилізації відходів від функціонування її підприємств. Найвагомішими елементами авторського внеску в розробку досліджуваної проблеми є такі:

за результатами дослідження *удосконалено*:

- методику оцінки еколого-економічної ефективності виробництва та використання біогазу, одержаного в ході утилізації відходів від виробництва аграрної продукції, в частині її доповнення алгоритмами фінансового та економічного аналізу, а також моделювання впливу на рівень цієї ефективності найбільш вагомих чинників, якими в ході дослідження виявились: динаміка рівня цін на біодобрива, відсоток дисконтування та динаміка цін на енергоносії;

- методичний підхід до здійснення ідентифікації можливості одержання додаткового прибутку від утилізації органічних відходів шляхом доповнення

цього підходу методикою визначення можливості впливу на ціноутворення основного продукту виробництва та підвищення конкурентоспроможності підприємства у найменш прибутковий квартал року;

- теоретико-прикладні засади тлумачення змісту еколого-економічної ефективності в частині їх доповнення зв'язком із життєвим циклом продукту та збалансованим розвитком агропромислового комплексу;

- методичні положення щодо підвищення рівня еколого-економічної ефективності функціонування агропідприємств, в частині доповнення їх розрахунками щодо обґрунтування можливості одержання додаткового еколого-економічного ефекту, внаслідок розвитку переробки одержуваних в ході виробництва продукції відходів у біогаз, шляхом їх утилізації за допомогою біогазової установки і його використання, як джерела теплової і електричної енергії для власних потреб або його комерціалізації.

набули подальшого розвитку:

- науково-теоретичні засади створення ринку органічних відходів аграрного виробництва, як потенціалу біоенергоресурсів в частині їх доповнення відповідним механізмом логістики та інформаційного забезпечення;

- організаційно-економічний механізм застосування біогазових установок для виробництва біогазу у аграрній сфері економіки шляхом його доповнення відповідними засадами, використання таких установок малої потужності у домашніх господарствах, які, серед інших, включають рекомендації щодо вибору і адаптації цих установок до специфіки господарства, і кліматичних умов, шляхи налагодження відповідного інформаційного та освітньо-пізнавального забезпечення з метою формування культури використання цих установок і їх широкого застосування, як засобу вирішення комплексу еколого-економічних проблем на зазначеному рівні господарювання;

- теоретичні та методичні положення розвитку кооперації у аграрній сфері економіки шляхом їх доповнення методичними засадами здійснення та рекомендаціями щодо реалізації можливості і обґрунтування переваг кооперування у сфері виробництва біогазу із відходів аграрного виробництва та

його комерціалізації на відповідному ринку біоенергоресурсів. і визначення можливих обсягів одержання синергетичного еколого-економічного ефекту від співпраці виробників у даному секторі.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що результати дослідження містять рекомендації щодо формування шляхів розвитку та формування необхідного рівня ефективності виробництва біогазу шляхом утилізації відходів аграрного виробництва з використанням біогазового устаткування відповідних розмірів в залежності від розмірів підприємства та відповідних обсягів відходів.

Результати дисертаційного дослідження, які стосуються можливих напрямів формування еколого-економічної ефективності виробництва та використання біогазу у сільськогосподарських підприємств області, обґрунтування та можливості реалізації комплексного застосування біогазових установок для утилізації органічних відходів від діяльності підприємств легкої промисловості, готельно-ресторанного бізнесу, які здійснюють свою виробничу діяльність із використанням продукції аграрної сфери економіки, позитивно оцінені департаментом економічного розвитку Львівської обласної адміністрації та рекомендовані ним для використання (довідка № 372/2-52 від 14.09.2020 р.).

Пропозиції щодо можливості утилізації органічних відходів у домашніх господарствах із застосуванням малих біогазових установок, заходи та умови щодо переробки органічних відходів для домогосподарств позитивно оцінені Розлуцькою сільською радою Львівська обл., Турківський р-н, с. Розлуч (довідка №491 від 25.09.2020 р.).

Результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі Львівського національного аграрного університету при викладанні дисциплін «Економіка природокористування» та «Зрівноважений розвиток сільських регіонів» (довідка № 01-28-03-987 від 24.09.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним і завершеним науковим дослідженням. Наукові результати, наведені в дисертаційній роботі, одержані особисто автором. Вони в сукупності сприяють

вирішенню важливого наукового завдання – обґрунтування рекомендацій щодо реалізації можливостей підвищення рівня еколого-економічної ефективності агропідприємств, від діяльності яких утворюються органічні відходи і з яких можна виготовляти біогазу та біодобрива, з їх подальшим використанням для власних цілей та реалізацією стейкхолдерам. Оpubліковані наукові праці містять положення, висновки і пропозиції, сформульовані особисто автором.

Апробація результатів дослідження. Основні наукові положення та практичні результати дисертаційної роботи доповідалися автором і були схвалені на: VII Міжнародній науково-практичній щорічній інтернет-конференції «Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств» проблематика 2018 р.: «Сільськогосподарські підприємства України в умовах агропромислової інтеграції» (Львів 2018); IX Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики» (Одеса 2020).

Публікації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження опубліковані в 6 наукових працях, 3 з них – у фахових виданнях України та одна – у закордонному періодичному виданні, 2 публікації в матеріалах і збірниках тез конференцій.

Обсяг і структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний обсяг дисертації викладено на 284 сторінках. Робота містить 10 таблиць, 48 рисунків, з яких повносторінкових розміщено на 14 сторінках, 7 додатків, які розміщені на 32 сторінках. Список використаної літератури налічує 222 найменування.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ І МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ У АГРАРНІЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ

1.1. Поняття еколого-економічної ефективності

У історичному розрізі людина звикла до ведення господарської діяльності з погляду економічної ефективності. Що призвело до розвитку економічних відносин, оптимізації виробничих потужностей та розвитку ринків збуту. Та при цьому мало переймались раціоналізацією споживання ресурсів та впливу на навколишнє середовище. Беручи за мету активний економічний ріст та збагачення. Що могло б призвести до критичного обмеження природними ресурсами наступних поколінь або і взагалі призвести до руйнування діяльності природного середовища (екосистеми) та створення умов непридатних для життя. Щоб цього не допустити варто раціонально використовувати природні ресурси та не призвести до критичного рівня забруднення довкілля. Для цього необхідно аналізувати господарську діяльність, а потім оптимізувати її. Тому варто аналізувати господарську діяльність не лише у напрямку економічної ефективності але і екологічної, щоб раціоналізувати використання природних ресурсів та забезпечити мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Еколого-економічна ефективність – це важливий показник будь-якої господарської діяльності людини. При цьому еколого-економічна ефективність складна та багатоструктурна система, яка дозволяє представити, як економічну складову (співвідношення використаних ресурсів та отриманих від цього результатів) та екологічної (співвідношенням між природокористування та природозбереженням). Хоча звичайно це дуже просте представлення суті. При цьому щоб розкрити поняття еколого-економічної ефективності варто визначити її складові компоненти та охарактеризувати їх. Аналізуючи еколого-економічну ефективність господарської діяльності в першу чергу варто розглянути ефективність діяльності виробництва та і взагалі поняття ефективності як таке.

Ефективність виробництва – це складне і багатогранне явище. Сільськогосподарське виробництво потребує правильного поєднання і взаємодії основних факторів — робочої сили, основних засобів, предметів праці і землі. У процесі виготовлення продукту здійснюється виробниче споживання відповідних ресурсів з метою отримання потрібних споживчих вартостей, які можуть задовольнити необхідні потреби людей. Та при однаковій кількості витрачених підприємством ресурсів можуть одержуватись різні за величиною результати [6]. У відповідності до цього варто розібратись, що саме на це впливає та як можна цим керувати.

Ефективність – це економічна категорія, що представляє співвідношення між отриманими результатами і затраченими на їх досягнення ресурсами, причому при встановленні ефективності ресурси можуть представлятись або в певному обсязі за їх первісною (переоціненою) вартістю (застосовувані ресурси), або частковою їх вартістю у формі виробничих витрат (ресурси спожиті виробництвом). А якщо враховувати, що результати виготовлення не лише є різноманітними, але повинні представлятись в різних формах: вартісній, натуральній, соціальній, то очевидно є необхідність в актуалізації категорії ефективності у відповідності до тих аспектів роботи підприємства, які потрібно проаналізувати й оцінити [6]. Для представлення цілісної картини варто розглянути наступні види ефективності: економічну, екологічну, технологічну і соціальну. Кожна з яких може бути, як самостійною ланкою, так і компонентом цілісної структури.

Економічна ефективність – це відповідне співвідношення між вхідними ресурсами та результатами виробництва, з яких формуються показники ефективності функціонування виробництва. Можливі три варіанти такого співвідношення: 1) ресурси і результати виражені у вартісній формі; 2) ресурси – у вартісній, а результати – у натуральній формі; 3) ресурси – у натуральній, а результати — у вартісній формі [6].

Екологічна ефективність – це фактично ефективність природозбереження, або ж обернений показник економічної ефективності. Тобто формування

максимальної цінності для споживача при такому (мінімальному) використанні природних ресурсів, під час якого природна екосистема може за короткий час відновити свій гомеостаз, при цьому це не призведе до критичних наслідків діяльності екосистеми чи біосфери. Що в свою чергу дозволяє екосистемі самостійно утилізувати відходи від діяльності людини, або ж і зовсім ця діяльність знаходиться у замкнутому циклі та не продукує забруднення. При цьому максимальний ріст екологічної ефективності відбувається при відверненому пошкодженні або ж діяльності щодо відновлення (рекультивації) природнього середовища.

Технологічна ефективність (сільськогосподарська сфера) – це результат симбіозу факторів виробництва, що характеризують досягнуту продуктивність живих організмів, які використовуються в аграрній діяльності, як засоби виробництва. Рівень технологічної ефективності виробництва значно впливає на економічну ефективність, передусім через наявність постійних витрат, на які виробники в короткостроковому періоді не можуть впливати [6].

Задля всесторонньої оцінки ефективності виробництва та її глибокого аналізу потрібно використовувати поширені показники рентабельності. У них накопичується вплив усіх факторів – природних, економічних і організаційно-господарських. Проте на них відчутно впливає дія зовнішнього середовища, першочергово тих ланок, впливу на які підприємства не мають [6]. А є певні сфери на, які підприємство має вплив, наприклад: соціальна сфера, природна (довкілля).

Соціальна ефективність – поняття, що представляє покращення соціальних критеріїв життя людини (критерії праці та побуту, покращення навколишнього середовища, ріст рівня зайнятості і безпеки життя людини, зменшення тривалості робочого тижня без зміни заробітної плати, мінімізація важкої фізичної праці тощо). Соціальна ефективність є похідною від економічної ефективності. Вона, при однаково інших умовах, буде вищою, у відповідності до рівня економічної ефективності, якого досягнуто. Соціальна ефективність не завжди може бути кількісно розрахована. Але можна ґрунтовно судити про досягнуту соціальну

ефективність за питомою вагою прибутку, який направлений на соціальні заходи із загальної динаміки чистого прибутку [6]. Оскільки персонал працює для розвитку компанії, компанія у свою чергу підвищує добробут, інфраструктуру для населення та інші соціальні проєкти.

Економічна ефективність представляє кінцевий результат від використання всіх ресурсів виробництва та визначається при порівнянні отриманих результатів і витрат ресурсів виробництва. При цьому, потреба збереження природного стану навколишнього середовища, у якому зберігається біологічна рівновага, проводиться виготовлення екологічно чистої продукції і не допускається забруднення довкілля, спонукала до виділення у самостійну форму екологічної ефективності, яку можна розуміти, як індикатор гармонійного розвитку виробництва [120]. Тобто екологічна складова аграрного і інших видів виробництва, які тісно пов'язані із ефективністю природокористування набуває важливого значення. В економічній енциклопедії С. В. Мочерний зазначає, що термін «екологічна ефективність (ефективність природозбереження)» належить до практики компаній, які акцентують тісні зв'язки між економічною ефективністю (високі прибутки при зниженні собівартості) та екологічною ефективністю. Екологічна ефективність досягається методом створення конкурентоспроможних за ціною та якістю послуг і товарів, які цілком задовольняють людські потреби, а також підвищують якість життя, при цьому скорочуючи негативний вплив на довкілля й ресурсомісткість на протязі всього життєвого циклу продукту чи послуги до рівня, який не перевищує оцінюваній несучій здатності (екологічній ємності) Землі [45]. Підвищення екологічної ефективності націлює компанії на оптимізацію виробничих процесів, підбір сировини модернізацію виробництва, що призведе до ціннісного збільшення для споживачів при мінімізації енерго- та ресурсокористування, собівартості продукту, кількості утворених відходів і як наслідок забруднення навколишнього середовища. Тому це буде ціллю компанії, яка створює певний продукт, і процес його створення буде переглядатись та удосконалюватиметься до отримання максимального еколого-економічного

ефекту, і такий ефект буде цілком зрозумілий в першу чергу виробнику, який зможе відслідковувати його в порівнянні.

В основі досягнення екологічної ефективності лежить також необхідність у створенні продукції з високими корисними властивостями (цінністю наданих послуг), низькою енергоємністю та матеріаломісткістю. За енциклопедичним визначенням С. В. Мочерного, еколого-економічна ефективність – це «відношення сумарних економічних та екологічних витрат до інтегрального еколого-економічного ефекту, комплексна оцінка у просторі та часі взаємодії економічної діяльності й навколишнього середовища» [120]. При цьому варто зазначити, що вплив на довкілля мінімальний, при якому екосистема у змозі відновлюватись, або ж взагалі відсутній. Розглядається також і позитивний вплив на навколишнє середовище, який базується на виключенні (утилізацію) потоків забруднюючих речовин (водного, повітряного та ґрунтового середовищ), відновлення елементів біогеоценозу та опосередкований вплив на життя та здоров'я людини.

Аналіз еколого-економічної ефективності потребує оцінки впливу відповідної господарської діяльності на довкілля, визначення взаємозв'язків між економічною і екологічною підсистемами, попереднє виявлення критичних точок стану охорони довкілля і виявлення диспропорцій розвитку економічної системи [45]. Дана ефективність представляє результат використання у процесі виготовлення, паралельно з матеріальними і трудовими затратами, додаткових затрат, які пов'язані з запобіганням чи ліквідацією забруднень та знищення природного середовища, що виникають під час сільськогосподарської діяльності, а також недоотримання частини продукції через погіршення стану навколишнього природного середовища, і виснаження земель тощо [120].

Аналіз стану реальної еколого-економічної ефективності – складне завдання, а точність залежить від багатьох факторів, які мають різний вплив. В більшості випадків розглядаються найбільш значущі та зрозумілі фактори впливу. Так, як соціальні, моральні, екологічні наслідки від заподіяної шкоди людською діяльністю довкіллю, неможливо однозначно визначити кількісно та представити

в економічній оцінці. Еколого-економічна оцінка ефективності діяльності АПК представляє, що до безпосередньо економічного ефекту додається певний прогнозований і тривалий ефект, який несе відповідні економічні наслідки від зміни довкілля [45,120].

Традиційне визначення ефективності виробництва вже не відповідає сучасним вимогам ринкової економіки. Виникає потреба у обґрунтуванні нової методики визначення еколого-економічної ефективності зокрема виробництва екобезпечної продукції рослинництва [170].

Складності об'єктивної економічної оцінки стану природних ресурсів і збитків, заподіяних господарською діяльністю довкіллю і людству, призводять до того, що часто еколого-економічну ефективність розраховують, як співвідношення витрат на охорону довкілля і традиційного економічного ефекту за низкою показників. До них відносяться: частка чистого прибутку, направлено на природоохоронні заходи; питома вага прибутку, що йде на утилізацію відходів; частка екобезпечної продукції у загальному виробництві; ефективна діяльність очисних споруд і сховищ для зберігання стоків; частка екобезпечних кормів для годування тварин у загальній їхній кількості; кількість та види медичних препаратів, які застосовують для ветеринарного забезпечення тварин тощо [89, 90, 46, 106, 45]. Такий підхід значно спрощує та раціоналізує можливість поетапного та логічного розв'язання проблеми виникнення збитків від господарської діяльності людини.

Сутність поняття «еколого-економічна ефективність» сільськогосподарської діяльності є глибока, і розглядати її варто з різних сторін. Під еколого-економічною ефективністю сільськогосподарської діяльності варто розуміти інтегральну економічну ефективність застосування ресурсів, в аграрному секторі економіки, яка враховує падіння економічного результату, внаслідок деструктивного впливу господарської діяльності (тобто результату деструктивних впливів на природні системи, людину, виробництво, споживання). Результати аграрної діяльності представлені у кількості якісної, екобезпечної продукції при високій економічній ефективності виробництва. Тобто навіть при високих

показниках рентабельності підприємства за рахунок певних видів продукції, але працює в умовах часткової зайнятості ресурсів (площ, обладнання, працівники зайняті неповний робочий день, структура посівних площ з найбільш прибутковими культурами), а також недотримання сівозмін, неефективної структури виробництва, що у перспективі заподіє негативний вплив на родючість ґрунту та знизить урожайність культур. Тому дане виробництво не варто вважати достатньо ефективним зі сторони суспільства [120]. Тобто перевагу мають ресурсоефективні, енергоефективні, екологічнобезпечні, мало та безвідходні технології, які повинні максимально застосовуватись у господарській діяльності людини для отримання високої еколого-економічної ефективності. І застосування даних технологій буде забезпечувати наближення діяльності підприємства до парадигм збалансованого розвитку. При цьому це буде мати значний позитивний вплив не лише на економічний розвиток країни але і на довкілля.

Перехід сільськогосподарських підприємств до ринкової економіки висуває на перший план економічні критерії ефективності еколого безпечного виробництва. Але також варто враховувати фактори виробничої і соціальної сфери, та перш за все – екологічної [27]. Діяльність агропромислових підприємств – виробників екологічно безпечної продукції, їх технологічні особливості повинні піддаватися комплексній оцінці. При односторонньому підході до аналізу технологічного прийому порушується діалектична єдність взаємозв'язку і взаємозалежності різних процесів. Тому можна сформулювати принципи ефективності екобезпечного агропромислового виробництва з урахуванням екологічних факторів:

1. Чітке прогнозування наслідків прийнятих рішень, можливих ситуацій у виробничій, економічній, соціальній і екологічній сферах.
2. Зведення різнотипних результатів в одних одиницях виміру, для можливості порівняння варіантів.
3. Принципове виділення моменту аналізу, який виконує роль контролю при виборі прийнятних з екологічної точки зору рішень.
4. Оцінювання ефективності проведених заходів за кінцевим результатом.

5. Рівнозначимість економічного, соціального та екологічного ефектів при прийнятті рішень щодо обрання того чи іншого варіанту [36].

6. Притримуватись принципу «думай глобально, а дій локально», що дозволить створити ефективну структуру маяків для оцінки та контролю.

Для дотримання всіх зазначених принципів потрібно ефективний механізм та заходи, які забезпечуватимуть підтримку напрямку до шляху еколого-економічно збалансованого виробництва продукції агропромислового комплексу та допоміжних його ланок. У створенні та забезпеченні контролю повинні бути зацікавлені як держава, так і самий виробник.

Еколого-економічна ефективність – це сукупна оцінка результатів господарської діяльності чи заходів, що враховує показники економічного ефекту з урахуванням екологічних і соціальних наслідків, представлена у вартісній формі. Категорія ефективності представляє співвідношення результату з витратами, аналізує їх сутність з позиції еколого-економічної ефективності. Еколого-економічна ефективність має ряд аспектів і передбачає аналіз соціального, економічного та екологічного ефекту. Агропромислове виробництво потребує розвитку на екологічній основі, а саме забезпеченні екологічної рівноваги, тобто узгодження екологічних та економічних інтересів. Економічна ефективність виробничої діяльності представляє собою співвідношення між досягнутими результатами і витратами живої й уречевленої праці, що у свою чергу відображають ступінь досконалості виробничих ресурсів та ефективності їх використання [170].

Підсумовуючи, можна зазначити, що еколого-економічна ефективність – це аналіз наслідків господарської діяльності людини, що включає економічний та екологічний ефект. Також сюди можна віднести взаємопов'язані впливи господарської діяльності людини, які представлені у вартісному вигляді, та зроблені на їх основі відповідні висновки. Опираючись на ці висновки, можна провести моделювання для визначення показників, коректування яких призведе до оптимального підвищення еколого-економічної ефективності.

1.2. Сутність і особливості еколого-економічної ефективності виробництва і використання біогазу

Варто розглянути сутність еколого-економічної ефективності, яка пояснюватиме основні механізми поєднання та відношення між ресурсами, людською діяльністю, утвореними продуктами чи послугами від цієї діяльності, та впливами, які отримуватиме навколишнє середовище, а також організм людини (прямо чи опосередковано). При цьому отриманий продукт чи послуга з встановленою (або ж прирівняною) вартістю, порівнюються з тими впливами (у вартісних показниках), які утворились при отриманні продукту чи послуги [141].

Для розуміння сутності еколого-економічної ефективності, як міжгалузевої і комплексної категорії потрібно виокремлювати складові ефективності: економічна ефективність (господарсько-економічна); екологічна ефективність (природно-екологічна); соціальна діяльність (соціальна відповідальність бізнесу). Взаємодія та дифузія поняття економічної та екологічної складової відбувається в рамках еколого-економічної ефективності і є основою збалансованого розвитку економіки держави [141]. Сутність екологічної ефективності полягає у максимальному зменшенні негативного впливу від людської (господарської) діяльності на навколишнє середовище у всіх його проявах та забезпечення раціонального природокористування (енерго та ресурсокористування). Всі можливі напрямки природоохоронної діяльності є основними рушіями екологічної ефективності. Важливою є також кількість екологічних ресурсів, як використовуються для створення товарів та послуг.

Варто розглянути сутність економічної ефективності в історичному розрізі:

1. Школа меркантилістів (В. Стаффорд, Г. Скаруффі, Т. Мен) описували сутність економічної ефективності на макrorівні і представляли ефективне господарство таким, що формує активний торговий баланс [141].

2. Відомий представник фізіократів Ф. Кене ототожнював економічну ефективність з приростом багатства у сільському господарстві, єдиній галузі, де вироблене багатство перевищує споживання [141].

3. Представники класичної школи політичної економії: В. Петті, П. Буагільбер, А. Сміт, Д. Рікардо, стверджували, що економічна ефективність — це збільшення багатства під час виробництва, і даний приріст обґрунтовується раціональним розподілом праці та капіталу. Ця наукова течія не обґрунтовувала поняття "економічна ефективність" як самостійне, вона вживалася, як показник результативності та використовували її для оцінки певних урядових або приватних заходів [217].

4. Основоположники марксизму К. Маркс, Ф. Енгельс, В. Ленін, опираючись на положення класичної школи, прирівнювали категорію "економічна ефективність" з "продуктивним виробництвом". Думка К. Маркса, що виробництво є ефективним, якщо при мінімальному авансовому капіталі виробляти максимальну кількість товару з найменш можливими витратами робочої сили і засобів виробництва є раціональною [141].

5. Значний внесок у дослідження сутності зробили Т. Пітерс, Р. Уотермен, Дж. Харрінгтон, А. Файоль, Г. Емерсон, Ф. Тейлор, Г. Форд. На думку представників класичної школи менеджменту, категорія "економічна ефективність" є найбільш важливою характеристикою діяльності підприємства у значенні результативності управління на макрорівні щодо дій суб'єкта управління — уряду, держави [141].

6. Неокласичний напрям в економічній науці не дає чіткого визначення економічної ефективності, але вчені починають співставляти економічний та екологічний ефект від діяльності суб'єктів. Прикладом цього є роботи В. Парето, які набули розвитку у сфері еколого-економічної ефективності. Сучасні підходи до сутності категорії економічної ефективності діляться на декілька напрямків: економічно-соціальна ефективність, яка ґрунтується на принципах Парето-ефективності, та еколого-економічно-соціальна ефективність, в основі визначення якої лежить теорія транзакційних витрат Р. Коуза та концепція розподілу прав власності. Згідно з даним підходом, економічна ефективність визначається, як використання ресурсів для максимізації отримання благ та послуг без використання додаткових затрат, тобто коли виконуються наступні умови: 1)

ніхто не може покращити своє становище не погіршивши при цьому становище іншого; 2) додаткове виробництво не може бути досягнуте без збільшення витрат ресурсів; 3) виробництво відбувається при найменших із можливих затратах на одиницю продукції [141].

7. Неокласики Дж. Хікс, Ф. Хайєк, Дж. Мід, Р. Солоу, М. Фрідмен, виходячи з принципів вільної конкуренції та невтручання держави в економіку, характеризують економічну ефективність, як раціональну діяльність господарських суб'єктів з метою досягнення максимального результату, що базується на отриманні повної інформації, оптимальній конкуренції та негайній реакції попиту і пропозиції. Теоретичні аспекти економічної ефективності в сучасній іноземній літературі трактується, в основному, як співвідношення "витрати-випуск" [141]. Так, Кемпбелл Р. Макконелл та Стенлі Л. Брю економічну ефективність характеризують "як зв'язок між кількістю одиниць рідкісних ресурсів, які використовуються в процесі виробництва, та отриманою в результаті кількістю якогось необхідного продукту. Більша кількість продукту, отриманого від заданого обсягу витрат, означає підвищення ефективності" [205].

Такої ж точки зору дотримується Д. Хайман, який стверджує, що ефективність досягається в тому випадку, коли ресурси розподілені таким чином, щоб отримати максимально чистий зиск від їх використання [203]. Американський економіст П. Самуельсон у своїх роботах відмічає, що ефективність виробництва може бути досягнута через граничні витрати — це додаткові витрати, пов'язані з виробництвом додаткової одиниці продукції максимально дешевим способом. Крім того, ефективність досягається, коли будь-яка фірма може встановлювати такий обсяг виробництва, який є оптимальний з технологічних можливостей підприємства та в інтересах якого буде найбільш вигідним при кожній конкретній ринковій ціні [212]. Пол Хейне, професор Сіетлського університету США, вказує на те, що ефективність — позитивний чинник, який характеризує результативність використання засобів для досягнення цілей [206].

За неоінституційним підходом економічна, соціальна та екологічна ефективність досягаються коли існують чітко визначенні права власності, тоді всі екстерналії виробництва будуть розподілятися справедливо у суспільстві. Це призведе до того, що ресурси будуть потрапляти до найефективніших власників і буде досягатися найкраща альтернатива використання засобів виробництва при найменших витратах. Ефективність, як категорія має дві сторони — якісну і кількісну. Якісна сторона відображає її логічний, теоретичний зміст, тобто сутність категорії. Вітчизняні науковці А. Бугуцький, П. Саблук, Ю. Новиков, М. Караман вважають, що ефективність — це не просто результативність виробництва, а співвідношення результату або ефекту виробництва до витрат суспільної праці. З точки зору А. Бугуцького, ефективність виробництва можна розглядати, як виробництво товару з найменшими витратами, використання мінімальної кількості ресурсів для виробництва певного обсягу продукції при мінімальних середніх загальних витратах [18,141]. Тлумачення визначення ефективності виробництва знаходимо і у В. Базилевича, згідно з яким, ця категорія характеризує віддачу, результативність виробництва. Вона свідчить не лише про приріст обсягів виробництва, а й про те, якою ціною, якими витратами ресурсів досягається цей приріст, тобто про якість економічного зростання [8].

Сутність економічної ефективності можна охарактеризувати відношенням отриманого результату до проведених затрат. Чим більше дане відношення тим вища екологічна ефективність.

Ефективна організація сфокусована на досягненні ефектів за рахунок структурної та ресурсної оптимізації та контролю внутрішніх витрат. Під ефективністю виробництва, на думку Климка Г., слід розуміти результативність використання факторів виробництва через співвідношення одержаного результату продуктивного використання факторів виробництва до їх витрат [62].

Навколишнє природне середовище є сукупністю екологічних систем, які перебувають у стані внутрішньої рівноваги і спроможні її підтримувати. Однак стрімкий розвиток промисловості (кінець XIX—XXI ст.) посилив негативний вплив господарської діяльності людини на екосистеми, які все частіше ставали

неспроможними його нейтралізувати, тому результатом цього є розвиток глобальної екологічної кризи [83]. Одним із елементів екологічної системи є людина, яка здебільшого не спроможна її відтворити. Варто зауважити: економічна система, що сформована людиною, надзвичайно швидко розвивається і є дестабілізуючим чинником екологічної системи та в основному порушує її загальну рівновагу. Це підтверджують проведені дослідження американських науковців Т.О. Ріордана та С. Траджілі про вплив екологічно орієнтованої господарської діяльності на економічні показники, які в часі дають змогу охарактеризувати екологічну систему. Теза, що будь-яка діяльність людини здійснює певний вплив на екологічну ситуацію, а, отже, поняття економічна та екологічна ефективність є взаємопов'язаними категоріями, які повинні розглядатися разом, є цілком справедливою. Екологічна ефективність (ефективність природозбереження) — цей термін вперше використовується на початку ХХІ ст. теоретиками та практиками, які підкреслюють тісні зв'язки між економічною ефективністю (прибутковість при зниженні собівартості) та екологічною ефективністю. Досягнення екоефективності націлює компанії на створення більшої цінності для споживачів при мінімізації ресурсокористування, забруднення навколишнього середовища і відходів. В основі досягнення екоефективності лежить також акцент на створенні продукції з високими корисними властивостями (цінністю отриманих послуг), низькою матеріаломісткістю і енергоємністю [141].

Неокласична економіка природокористування визначає об'єкт дослідження як "циркулярної економіки", в якому матеріальні ресурси впливають з "навколишнього середовища" до "економіки", і відходи від "економіки" до "навколишнього середовища". Більш формально включення екологічних проблем до неокласичного аналізу економіки розширив аналіз ефективності з використанням таблиці затрати-випуск. Також поняття еколого-економічної ефективності базується на потребах та викликах збалансованого розвитку людини, і використання відновлюваних природних ресурсів [180, 141].

Здатність національної промисловості більш чи менш ефективно використовувати ресурси свідчить про рівень екологічної ефективності економічної системи [180]. Так, функціонуючи, економічна система використовуючи ресурси, створює необхідні суспільству блага, а також відходи виробництва й відходи споживання. Для боротьби з цим розвинуті держави створили ефективні економічні механізми стимулювання переробки вторинних ресурсів, оскільки на сьогодні гостро постає проблема утилізації відходів, які не можуть бути використані як вторинна сировина та є токсичними для живих організмів та людини (радіоактивні, деякі хімічні сполуки тощо)[141].

Сутність еколого-економічної ефективності полягає у динамічному балансі між господарською діяльністю людини та станом навколишнього середовища, в якому така діяльність проводиться. Тобто це коли використані ресурси для створення продукту чи послуги є максимально оптимально застосовані для отримання відповідних якісних благ із мінімальною вартістю, при цьому вплив на довкілля є мінімально можливий і не перевищує загрозовий рівень під час якого екосистема неспроможна відновити своє функціонування та повернутись до стабільного гомеостазу. Потрібно розуміти, що при втраті можливості функціонування екосистеми, діяльність людини та її існування зазнають істотних негативних змін. Людина буде обмежена у багатьох можливостей для свого життя та діяльності. Варто зазначити, що розвиток науки та технологій може впливати на баланс між господарською діяльністю людини та станом навколишнього середовища.

Думка, що взаємозв'язки, які існують між економічною системою та навколишнім природним середовищем, свідчать про те, що національна економіка є цілісною системою, де розуміння та бажання досягти максимальної еколого-економічної ефективності є першочерговою ціллю господарюючих суб'єктів. Визначення реальної еколого-економічної ефективності — надзвичайно складна проблема. Соціальні, моральні, екологічні наслідки шкоди, заподіяної господарською діяльністю навколишньому середовищу, не піддаються кількісному вираженню і не можуть бути відображені в економічній оцінці.

Еколого-економічна оцінка ефективності виробництва характеризується тим, що до безпосередньо економічного ефекту додається прогнозований тривалий ефект, який враховує економічні наслідки від зміни довкілля в майбутньому. Складності економічно адекватної оцінки природних ресурсів і збитків, заподіяних господарською діяльністю навколишньому середовищу і людству, призвели до того, що часто еколого-економічну ефективність визначають, як співвідношення витрат на охорону довкілля і традиційного економічного ефекту. У працях західних учених еколого-економічна ефективність виробництва є одним із головних понять стійкого зростання (sustainable development) [141]. Варто додати, що багато факторів для представлення еколого-економічної оцінки розглядається індивідуально до відповідного проєкту.

Система показників дозволяє провести комплексний аналіз і зробити достовірні висновки про основні напрями підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва [19]. До вартісних показників економічної ефективності сільськогосподарського виробництва відносяться: валовий дохід, чистий дохід, вихід валової продукції на одиницю виробничих витрат, прибуток.

Економічний ефект в цілому по сільському господарству залежить від раціонального використання всіх ресурсів, від систематичної боротьби за ощадливість, зниження собівартості продукції і підвищення продуктивності праці [29]. Еколого-економічні збитки наносяться не тільки при інтенсивному веденні господарювання, але і при проведенні заходів з відтворення родючості ґрунтів, пов'язаних з певними витратами. Ці витрати окупаються додатковою продукцією, отриманою за рахунок підвищення біопродуктивності земельних угідь. Такі екологічні витрати найбільш продуктивні, оскільки пов'язані з поліпшенням якості та продуктивності основного засобу виробництва – земельних угідь [176].

Сутність міжгалузевого еколого-економічного ефекту можна розглянути при використанні органічних (необроблених) і мінеральних добрив у сільському господарстві. Неповне їх поглинання призводить до того, що вони потрапляють в річки, водойми, забруднюючи водні ресурси. В результаті забруднення водойм погіршується якість природних ресурсів, які опосередковано впливають на якість

продукції, гинуть біоресурси гідросфери. Потрібно виробити підходи до обчислення ефективності капіталовкладень у відновлення родючості ґрунтів і виключення економічного й соціального збитку від забруднення навколишнього середовища. Зміст економічної оцінки екологічного ефекту або збитку від поліпшення або погіршення якості земельних угідь, рослинних ресурсів проявляється у визначенні вартості продукції, приросту або зниження родючості, збільшення або зменшення площі земельних угідь [171].

Широке тлумачення еколого-економічної ефективності полягає у принципах господарювання за умов обмеженості природних ресурсів та необхідності їх збереження для майбутніх поколінь, для забезпечення постійного рівня споживання та справедливого розподілу ресурсів та благ у суспільстві. Дана позиція заснована на двох передумовах: — немає майже ніяких меж для наукового та технічного прогресу та підвищення ефективності використання природних ресурсів (екологічна ефективність); — капітал, праця і природні ресурси можуть бути взаємозамінними. Таким чином, наявність природних ресурсів може бути стримуючим фактором для економічного зростання, але це тільки відносне обмеження, яке може зникнути у зв'язку із науково-технічним прогресом. Все це відбувається, немов економічна система може рухатися плавно від ресурсної бази до іншої по мірі її вичерпання [141]. Також варто забезпечувати замкнутий виробничий цикл та переробляти відходи у вторинний сировинний продукт, при цьому вторинну сировину варто застосовувати і для виготовлення нової продукції. При цьому відбудеться заміщення сировини для отримання нового продукту, який повинен здешевлювати основний продукт, при цьому якість продукту (основного чи вторинного) не повинна погіршуватись.

Обов'язковий взаємозв'язок економічного ефекту, який досягається в результаті виробничо-господарської діяльності, з екологічним ефектом повинен відображатися в інтегральному еколого-економічному ефекті. Інтегральний еколого-економічний ефект природокористування, чи будь-якої іншої господарської діяльності є алгебраїчною сумою (плюс і мінус) двох різних за формами прояву ефектів, які досягаються, як правило, з різним кроком і лише в

окремих випадках одночасно: традиційного економічного (як правило, позитивного) та екологічного (позитивного або негативного). Власне екологічний ефект, як нам відомо, являє собою зміни у просторі і часі умов природного довкілля та ресурсів під впливом різних чинників. Ці зміни можуть мати як позитивний, так і негативний характер. Інтегральний еколого-економічний ефект, який досягається при мінімальних витратах суспільної праці і природного (екологічного) потенціалу, є важливим фактором орієнтації будь-якої економічної системи на забезпечення принципу сталого розвитку. Критерієм ефективності функціонування економічної системи, орієнтованої на забезпечення вимог сталого розвитку, є максимізація стійкого в часі інтегрального еколого-економічного ефекту[160].

Виробництво матеріальних благ з метою задоволення індивідуальних і суспільних потреб, з одного боку, та прагнення до задоволення специфічних потреб у належних, нормальних для життя екологічних умовах, з іншого боку, стають домінантною ознакою нової економічної категорії "еколого-економічна ефективність". Допускаються умови, коли екологічний ефект позитивний, нульовий, негативний. Складність полягає в тому, що цей ефект часто є завуальованим. Розрахунок його в грошовому вираженні можливий лише через деякий проміжок часу, після завершення процесу виробництва, або після вкладення коштів на заходи щодо охорони природного довкілля. Цілком підтримую думку науковця Туниця Ю. Ю. Зрозуміло, що неможливо досягти безмежного економічного зростання без істотних екологічних збитків, які згодом перетворюються в реальні економічні збитки. Не можна також резервувати надмірно великі ділянки природи і витратити на її охорону критично велику кількість грошей. Частка коштів, які можуть бути виділені з валового національного продукту на екологічні цілі є, звичайно, обмеженою [160]. Якщо ж говорити про діяльність підприємств, то вільних коштів, які можна було б вкладати у неприбуткові проекти не має. Ну і перш за все це не прибуткові проекти, тому потрібно шукати напрямок у природоохоронній діяльності для відповідного типу відходів, які б покривали видатки та навіть приносили

прибутки. Так для агропромислових підприємств, переробної та легкої промисловості високоефективним та прибутковим напрямком є переробка органічних відходів за допомогою біогазової установки.

При цьому поле оптимальних рішень при виборі варіантів господарської діяльності теоретично знаходиться між лініями максимально високої економічної ефективності та максимально високою екологічною діяльністю (спеціалізована природоохоронна), де кожній одиниці досягнутого позитивного економічного ефекту, відповідає адекватна величина позитивного екологічного ефекту. Оскільки між названими екологічним та економічним ефектами існує обов'язковий взаємний зв'язок, оскільки залежно від обставин, можна поступитися деякою частиною економічного ефекту, заради досягнення відповідного екологічного ефекту. І, навпаки, доводиться втрачати деяку частину екологічного потенціалу для досягнення економічного ефекту [160].

Доцільними з економічної точки зору є лише ті природоохоронні заходи, які забезпечують екологічний ефект при цьому економічний покриває витрати та дозволяє отримувати мінімальний прибуток. Виключення складають лише ті випадки, коли заради збереження здоров'я людей доводиться витратити кошти на природоохоронні заходи і на ті варіанти, які не забезпечують достатнього екологічного ефекту на вкладені кошти. У всіх інших випадках кошти доцільно спрямовувати на ті варіанти спеціальної природоохоронної діяльності, які забезпечують позитивний сумарний еколого-економічний ефект [160]. Варто зазначити, що чим менші викиди тим менші інвестиції потрібні на природоохоронну діяльність, але такі викиди не мають значного впливу на екосистему. При цьому чим більше господарство (підприємство) тим більший вплив воно чинить на навколишнє середовище.

Потрібно "врівноважувати" результативність заходів з охорони природного довкілля і відтворення природних ресурсів з результативністю господарської діяльності загалом. Доцільними з погляду принципу стійкого розвитку, потрібно вважати такі види діяльності, результативність яких оцінюється в межах коливання показників при високому економічному ефекті та мінімально

можливому екологічному. І, навпаки, нераціональними, навіть антисоціальними були б види діяльності, оцінка яких говорить про економічну деградацію системи, тобто починається катастрофічне падіння економічних результатів. Якщо мова йде про невелику локальну систему, то її відновленню можна допомогти спеціальними інвестиціями. Проте, коли це територіально більш-менш велика еколого-економічна система, то цілком імовірно може трапитися так, що зусилля щодо охорони природи на даній території вже не дадуть практично, ніяких позитивних результатів. Виробництво на цій території змушене буде зменшуватися і, зрештою, припинитися [160]. Тому варто проводити превентивні заходи по зменшенню або ж і узагалі нівелюванні негативного впливу від господарської діяльності. Тим самим цей процес забезпечить подальшу роботу та розвиток господарської діяльності на такій території. Але при розвитку діяльності варто розвивати технології та превентивні заходи щодо зменшення забруднення довкілля для збалансованого розвитку та збереження життєвого простору.

Господарська діяльність недоцільна в тому випадку, якщо негативний екологічний ефект перевищує досягнутий в її результаті економічний. Недоцільною також є спеціальна природоохоронна діяльність у тому випадку, якщо витрати на її здійснення перевищують позитивний екологічний ефект, що досягається, тобто коли економічні витрати перевищують досягнення позитивних екологічних ефектів. Цей варіант дає від'ємний інтегральний еколого-економічний ефект. Вважається допустимою, у порівняно нетривалому проміжку часу, таку господарську діяльність, яка дає економічний ефект, що дорівнює супутньому негативному екологічному ефекту. В галузі спеціальної природоохоронної діяльності такою гранично допустимою умовою є рівнозначність економічних витрат і досягнутого завдяки ним позитивного екологічного ефекту [160]. Але варто враховувати, що заходи з природоохоронної діяльності зазвичай не нівелюють весь негативний сумарний ефект який був завданий господарською діяльністю, а кількість часу для відновлення буде набагато більша у порівнянні із забрудненням. Тому превентивні заходи

забезпечать більшу еколого-економічну ефективність ніж природоохоронна діяльність, також є значний бонус у вигляді часу – неповоротного ресурсу.

Добрим, або задовільним варіантом, вважається така господарська діяльність, внаслідок якої досягається чистий економічний ефект без істотних порушень умов природного довкілля, а в галузі спеціальної охорони природи цільові економічні витрати відсутні. Природоохоронна діяльність здійснюється без спеціальних асигнувань. Інтегральний еколого-економічний ефект більший від нуля. Оптимальним варіантом, який забезпечує інтенсивний зрівноважений розвиток економічної та екологічної систем, є одночасне отримання позитивних економічних та екологічних ефектів. У господарській діяльності витрати на її здійснення забезпечують економічний ефект за одночасного досягнення позитивного екологічного ефекту. У сфері природоохоронної діяльності, нарівні з досягненням екологічних ефектів, виробляється продукція або здійснюються послуги, реалізація яких забезпечує отримання ще й економічного ефекту. Загальний рівень оцінки переплетених у цьому варіанті господарської та спеціальної природоохоронної діяльності відповідає сумарній величині позитивних екологічного та економічного ефектів [160].

Нарешті, теоретично допускається і п'ятий варіант, який можна назвати "нетиповим". Це той рідкісний у практиці (ідеальний), варіант господарської діяльності, внаслідок якої досягається більший позитивний екологічний ефект, ніж економічний. Спеціальна природоохоронна діяльність за цим варіантом забезпечує більший економічний ефект, ніж екологічний [160]. Діяльність біогазової утстановки з одного боку це значний чинник який забезпечує утилізацію органічних відходів та запобігає забруднення навколишнього середовища, тобто є послугою з утилізації відходів (природоохоронна діяльність). А з іншого дана діяльність створює з відходів цінні продукти. Такі як: біогаз, біодобрива, тепло. Дані продукти та послуга є досить вартісними. Тому це ефективна економічна діяльність, при високоефективній природоохоронній діяльності. Що доводить, що цей рідкісний в практиці та ідеальний варіант, як зазначив Туниця Ю. Ю. вид господарської діяльності, який потрібно

підтримувати, а також розвивати у всіх видах діяльності, де він буде мати такий самий високоефективний еколого-економічний ефект. Для розуміння впливів на навколишнє середовище варто використовувати підхід аналізу життєвого циклу продукту (LCA).

При визначенні еколого-економічної ефективності утилізації органічних відходів та виробництва біогазу та біодобрих пропонуються наступні показники:

- екологічні витрати на заходи з охорони повітряного балансу (парникові гази та ін.), водних ресурсів(нітрати, нітроти, фосфати та ін.) ;
- додаткові обсяги вторинної продукції (біогаз, біодобрива, заміщення тепла), отримані при проведенні комплексу екологічно спрямованих заходів;
- попереджений екологічний збиток природному середовищу;
- приріст вартості земельних угідь в результаті підвищення їх екологічної якості, родючості ґрунту(при використанні біодобрих);
- альтернативний метод утилізації.

Аналіз життєвого циклу (LCA) – один із найбільш розвинених інструментальних засобів індустріальної екології. Він складається з об'єктивної і кількісної оцінок потоків матеріалів і енергії та впливів на довкілля, які пов'язуються з певним процесом або продукцією, або індустріальною діяльністю. Аналіз включає повний життєвий цикл діяльності, починаючи з видобування і обробки сировини, виробництва, транспортування, розповсюдження, використання, утримання (обслуговування) і переробки вторинної сировини або прикінцевого розташування (заховання) відходів. Однак у конкретних випадках аналіз зосереджується тільки на деяких з цих стадій [164].

Науково-технічний прогрес, в якості ключової змінної, робить процес заміни неперервним для економічного зростання, таким чином гарантуючи його стійкість в довгостроковій перспективі. Такий підхід був названий Р. Солоу теоремою слабого стійкого розвитку, що передбачає з часом повну заміну природних ресурсів відтворюваними, або ж максимізації еколого-економічної ефективності. Для його досягнення потрібно орієнтуватися на відновні ресурси та безвідходні виробництва. Емпіричним доказом поступового переходу до заміни

природних ресурсів та покращення якості їх обробки може слугувати екологічна крива С. Кузнеця, яка графічно описує, що зі зростанням доходу на душу населення підвищується економічна ефективність процесу виробництва, проте відбувається погіршення стану довкілля, але після досягнення певної точки доходу, набуває критичного значення, після якого зростання доходу вже зменшує шкідливий вплив на навколишнє середовище і відбувається процес відновлення екосистеми. Пояснення цього полягає в тому, що на ранніх стадіях процесу економічного розвитку, погіршення навколишнього середовища сприймається як негативне, але неминуче явище. Але після певного рівня економічного благополуччя, люди стають більш чутливими і готові платити за поліпшення якості навколишнього середовища, що призведе до введення інституційних інновацій та організаційних заходів, щоб виправити провали ринку, пов'язані з суспільним характером більшості екологічних послуг. Ці заходи створюють умови для технічних інновацій у виробничих процесах, здатних компенсувати тиск господарської діяльності на довкілля [200].

Варто розглядати еколого-економічну ефективність виробництва, як один із значних чинників стійкого зростання. Тобто, що господарська діяльність людини повинна бути спрямована на мінімізацію використання ресурсів при незначній або ж і взагалі без зміни якості продукту та врахування впливів на навколишнє середовище, організм людини та життя майбутніх поколінь. При цьому досягти конкурентної ринкової вартості та працювати у системі як безвідходного виробництва, так і маловідходного споживання. Тобто утилізувати відходи від виробництва, які утворились продавцем, для отримання вторпродуктів та зменшити навантаження на навколишнє середовище, а також досягти маловідходного споживання покупцем. Важливим аспектом у всьому цьому є LCA, який дозволяє оцінювати потоки енергії та матеріалів, а також аналізувати вплив на довкілля та організм людини. Він є важливим тому, що вся ця інформація дає можливість оптимізувати виробництво, зменшити кількість енергії, сировини та негативний вплив на довкілля та людський організм і побачити, які відходи утворюються, і що нам доведеться утилізувати. Або ж

переробити на вторинний продукт і запустити знову у виробництво. Тому варто розширити теоретико-прикладні засади тлумачення змісту еколого-економічної ефективності в частині їх доповнення зв'язком із життєвим циклом продукту та збалансованим розвитком агропромислового комплексу. Звичайно науково-технічний прогрес є визначальним фактором можливості збільшення відсоткової частки переробки відходів, які утворились під час виробництва так і при споживанні продукту. Переробка відходів виробництва та споживання є єдиним еколого-економічно оптимальним рішенням. При цьому утворені продукти від утилізації відходів забезпечують відновними енергоресурсами та біодобривами, які створюватимуть умови для стабільних темпів росту при умові обмеження використання природних ресурсів і в першу чергу в агропромисловому комплексі.

1.3. Методика дослідження еколого-економічної ефективності виробництва і використання біогазу в аграрній сфері економіки

Оцінка еколого-економічної ефективності - це комплексний та сукупний аналіз багатьох факторів певного проєкту господарської діяльності людини. При цьому, передбачається першочерговий аналіз економічного, екологічного та соціального ефекту.

Інвестиційний проєкт представляє собою об'єкт фінансової операції, пов'язаної з розподілом у часі надходжень і витрат грошей, тобто формуванням грошових потоків. Концепція економічного аналізу (аналізу витрат і вигід, АВВ) інвестиційних проєктів розроблена для з'ясування їхньої ефективності не лише з точки зору інвестора, але й з точки зору суспільного добробуту. Як уже зазначалося, проблема інтерналізації зовнішніх ефектів, тобто врахування в показниках ефективності інвестиційних проєктів тих витрат і вигід, які не мають ринкової оцінки, є необхідною передумовою максимізації суспільного добробуту. Іншими словами, АВВ – це аналітичний інструмент дослідження ефективності використання ресурсів з урахуванням змін добробуту, пов'язаних із проєктом [10, 22, 40, 52, 192, 193, 197, 199, 201, 204, 208, 216].

Витоки АВВ пов'язують із працями J. Dupuit (1844), A. Gallatin (1843), які досліджували ефективність проєктів, які пропонують суспільні блага. Теоретичні положення цього підходу викладені в працях J. Krutilla і A. Fisher (1985), E.J. Mishan (1988), I. Little і J. Mirrlees (1994), H. Gregersen і A. Contreras (1992), R. Layard і S. Glaister (1996), N. Hanley і C. Spash (1998), D. Pearce, G. Atkinson і S. Mourato (2006), О. Кілієвича (1999), Т. Воркут (2000) та ін. В основі аналізу лежать положення теорії економіки добробуту, теоретичні положення якої сформулювали J. Hicks (1941) і A. Pigou (1946).

АВВ передбачає виконання таких кроків: фінансовий аналіз; економічний аналіз; соціальний аналіз; сенситивний аналіз [50]. Варто зазначити, що оцінки економічної та фінансової ефективності мають між собою певні спільні та відмінні риси. Спільним є те, що процедура оцінювання в обох випадках передбачає порівняння теперішньої вартості вигід і витрат проєкту. При цьому формально використовують одні й ті ж критерії: чиста теперішня вартість (ЧТВ), внутрішня норма дохідності (ВНД), рентабельність, термін окупності проєкту (ТО). Відмінності виникають в ідентифікації вигід і витрат проєкту, а також в оцінюванні їхньої вартості [10, 22, 40, 52, 192, 193, 197, 199, 201, 204, 208, 216]. Що в свою чергу дозволяють бути основою для еколого-економічного аналізу певної господарської діяльності людини. Дані методичні положення при модернізації у напрямку деталізації моделювання економічного ефекту від екологічних наслідків певної діяльності людини, створять можливості для представлення та подальшого підвищення рівня еколого-економічної ефективності функціонування агропідприємств. Дані розрахунки обґрунтовуватимуть можливості одержання додаткового еколого-економічного ефекту, який можливий внаслідок здійснення переробки одержуваних в ході виробництва продукції відходів у біогаз та біодобрива. Утилізація органічних відходів проходить за допомогою їх переробки у біогазовій установці і використання утворених продуктів, як джерела теплової і електричної енергії, а також біодобрив для власних потреб або їх реалізації.

Фінансовий аналіз. Необхідність проведення фінансового аналізу впливає з макроекономічної концепції обмеженості ресурсів, відповідно до якої потреби суспільства безмежні, а доступні в будь-який момент часу ресурси – обмежені. Тому доводиться вибирати між альтернативними варіантами використання ресурсів [50]. Фінансовий аналіз забезпечує першочергово ідентифікацію доходів і витрат проєкту, а відтак дозволяє визначити їхню вартість. І створює можливість розкрити економічну ефективність діяльності проєкту виробництва і використання біогазу.

Вартість входів і виходів проєкту визначають на основі ринкових цін. Загальний грошовий потік проєкту складається з потоків від окремих видів діяльності: інвестиційної, операційної та фінансової. Для з'ясування фінансової (комерційної) ефективності грошові потоки виражають у ринкових цінах, а ефекти за межами проєкту (в інших галузях, екологічні та соціальні) не враховують [50].

Операційна (виробнича) діяльність. Операційна діяльність передбачає створення продукції або надання послуг, передбачених метою відповідного інвестиційного проєкту. До вихідних грошових потоків (надходжень коштів) належать усі види виручки від реалізації продукції проєкту: основної та побічної (якщо така існує) [50].

Інвестиційна діяльність. Це діяльність щодо здійснення інвестицій у рамках відповідного аналізованого проєкту та пов'язана з інвестуванням коштів та фінансуванням операційних витрат.

Фінансова діяльність. Це діяльність щодо вибору схеми фінансування інвестиційного проєкту та забезпечення його фінансової здійсненності. Якщо на якомусь кроці сальдо реальних грошей стає від'ємним, це означає, що через брак коштів проєкт не може бути реалізований, незалежно від значень інтегральних показників ефективності [50].

Економічний аналіз. Аналіз економічної ефективності інвестиційного проєкту проводиться з точки зору суспільства, тобто досліджується його вплив на суспільство та його економічну систему загалом. Необхідність проведення такого

аналізу зумовлена низкою причин. Насамперед це неспроможність ринку врахувати в ринкових транзакціях вартості ресурсів довкілля. Крім того, у фінансовому аналізі не розглядають зовнішні ефекти, екстерналії (позитивні і негативні), які можуть зробити фінансово непривабливий інвестиційний проєкт вигідним для суспільства і навпаки. Ринкові ціни можуть відрізнятися від економічних внаслідок втручань уряду, асиметричності інформації. І ще один важливий аспект економічного аналізу – це намагання простежити хто саме і в який спосіб отримає вигоди від проєкту, а чиї інтереси будуть порушені [50]. Економічний аналіз забезпечує розширену ідентифікацію доходів і витрат проєкту не тільки з боку інвестора, але і суспільства, довкілля, а також дозволяє проаналізувати відвернені витрати та втрачені вигоди. При цьому дозволяє визначити їхню вартість. Тобто створює можливість розкрити еколого-економічну ефективність діяльності відповідного проєкту.

Оцінити економічну (суспільну) ефективність проєкту означає перевірити доцільність із точки зору суспільства виділення ресурсів на здійснення саме цього проєкту за наявності альтернатив. Для виконання економічного аналізу потрібно критично переглянути результати фінансового аналізу, зокрема:

- ідентифікувати витрати і вигоди (впливи) проєкту;
- визначити економічну вартість витрат і вигід;
- скоригувати трансфертні платежі в таблиці грошових потоків;
- коректно врахувати час виникнення витрат і вигід;
- визначити відсоток дисконтування для економічного аналізу [50].

Процедура виконання економічного аналізу не відрізняється від процедури фінансового аналізу.

Ідентифікація витрат і вигід проєкту. В економічному аналізі вигодами проєкту є покращення всіх складових добробуту суспільства: здоров'я людей, стану екологічних систем, рекреаційних можливостей, естетичних властивостей, позитивні зміни в економіці і соціально-економічній ситуації. Під витратами проєкту розуміють погіршення всіх складових добробуту суспільства. Тому доходи (витрати) інвестора відрізняються від вигід (витрат) суспільства, а їхня

ринкова оцінка відрізняється від їхньої економічної вартості. Наприклад, праця волонтера чи саджанці, які надаються для проєкту безкоштовно, не відображаються в грошових потоках фінансового аналізу, але повинні бути відображені в економічному аналізі, оскільки вони мають економічну вартість, цінність з точки зору суспільного добробуту [50]. При цьому інша ситуація з викидами забруднюючих речовин та парникових газів. Наприклад, зменшення об'єму викидів парникового газу метану не несе змін у фінансовому аналізі, а у економічному це стаття доходів. Також якщо альтернативний проєкт приносить збитки, то при економічному аналізі відвернені збитки є доходом, і навпаки.

Для виявлення вигід проєкту Світовий банк [40, 192] рекомендує розробити матрицю впливів проєкту і позиціонувати їх за двома ознаками: бенефіціар вигід (інвестор чи громада, суспільство) і наявність ринкової оцінки вигід. Формування таблиці впливів проєкту забезпечує ґрунтовніший підхід до питання виявлення змін в добробуті суспільства, які пов'язані з аналізованим проєктом [50]. Приклади ідентифікації впливів проєкту наведені в працях [40, 52, 192].

Визначення економічної вартості витрат і вигід проєкту. Визначення економічної вартості витрат і вигід проєкту, їхньої дійсної цінності для суспільства, ускладнюється відсутністю ринкових цін на деякі входи і виходи проєкту, неадекватністю наявних ринкових цін з огляду на недосконалу конкуренцію та невиявленість уподобань щодо суспільних благ, на пропозицію яких впливає проєкт. Тому для визначення економічної вартості витрат і вигід проєкту варто використати алгоритм, запропонований FAO [197] (рис. 1.1).

Як відомо з теорії економічного аналізу, витрати проєкту оцінюють за їхньою альтернативною вартістю, а вигоди – за готовністю платити (ГП) / прийняти компенсацію (ГПК) [10, 22, 40, 52, 192, 193, 197, 199, 201, 204, 208, 216].

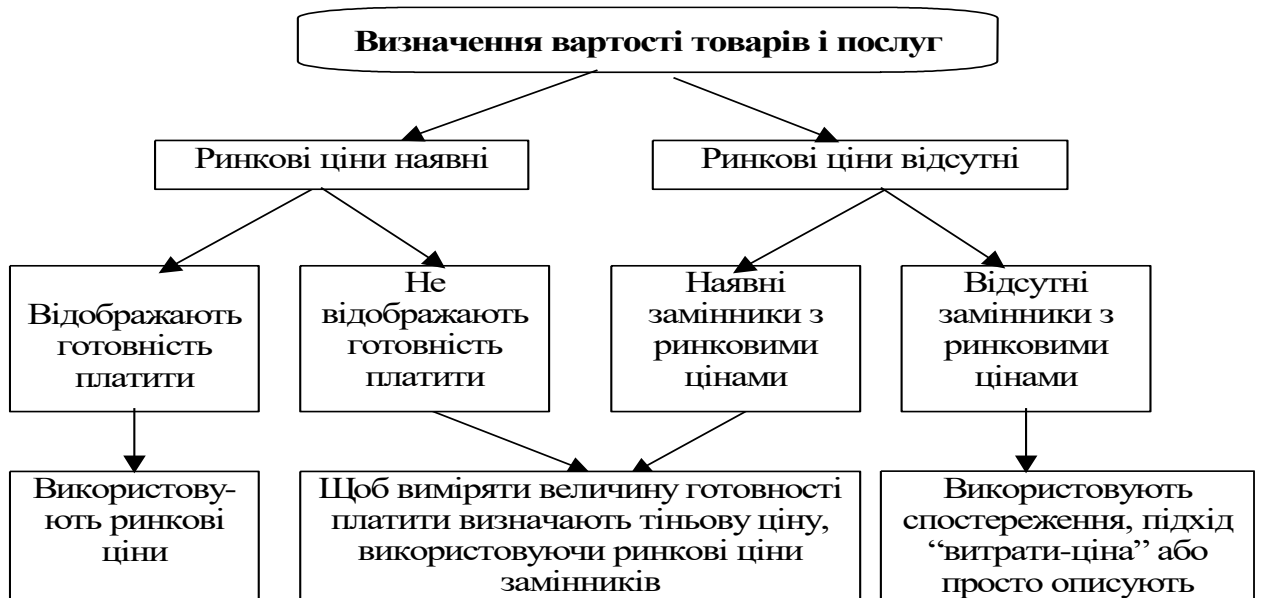


Рис. 1.1. Алгоритм визначення економічної вартості виходів і виходів проєкту [197]

Для визначення **економічної вартості вигід інвестиційних проєктів** використовують готовність платити за них або готовність прийняти компенсацію за їхню відсутність. Для визначення готовності платити використовують методи визначення загальної економічної вартості, яка відображає вартість використання (прямого, непрямого та можливого) і цінність/вартість невикористання: цінність спадщини і цінність існування. Ці методи об'єднують у три групи (табл. 1.1) [50]: методи прямої ринкової оцінки, методи дослідження виявлених і висловлених переваг [10, 22, 40, 52, 192, 193, 197, 199, 201, 204, 208, 216].

Для визначення економічної вартості витрат інвестиційних проєктів використовують оцінку альтернативної вартості ресурсів, тобто втраченої вигоди, яку можна було б отримати у випадку найкращого використання без проєкту. Це насамперед стосується оцінки землі та праці. У сьгоднішніх українських умовах плата за землю (і за природні ресурси) входить до складу трансфертних платежів (податків). Після їх вилучення вартість земельних ділянок, задіяних у тому чи іншому проєкті, фактично стає нульовою, що, звичайно, не відповідає економічній вартості землі. Тому в розрахунку суспільної ефективності використовують альтернативну вартість землі, тобто чисту вигоду, яку втратили через використання відповідних ділянок землі в проєкті, використовуючи підхід "із та без проєкту" (1.1) [50]:

$$\text{Альтернативна вартість землі} = \text{Валова продукція з ділянки за ринковими цінами} - \text{Витрати виробництва} \quad (1.1)$$

Таблиця 1.1

Методи оцінювання загальної економічної вартості

Підходи	Методи оцінювання	Переваги і недоліки методу
Пряма ринкова оцінка	Метод ринкових цін	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використовують дані справжніх ринків; - відображають існуючі переваги; - доступність даних про ціни, витрати і кількості. <p>Обмеження: ринки існують лише для частини послуг екосистем.</p>
	Метод витрат: - альтернативних; - запобіжних; - на переміщення; - на відновлення.	
	Метод виробничої функції	
Виявлені переваги	Методи витрат на подорож	<p>Переваги: досліджується поведінка на існуючих ринках, пов'язаних із оцінюваними послугами</p> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - високі вимоги до даних; - складні методи аналізу; - неконтрольовані впливи політик і програм.
	Метод гедонічного ціноутворення	
Висловлені переваги	Метод умовного оцінювання	<p>Переваги: універсальність застосування</p> <p>Обмеження:</p> <ul style="list-style-type: none"> - віртуальність ринків, гіпотетичність поведінки; - проблеми трактування результатів (зміщення); - складні методи аналізу.

Для низькопродуктивних у сільськогосподарському відношенні земель важливішим є врахування соціальних наслідків: зміна способу життя місцевого населення і вплив на екосистеми. У розрахунку суспільної ефективності вартість праці також потрібно визначати на основі вартості тої продукції, від створення якої аналізований проєкт відволікає трудові ресурси. В умовах безробіття, тобто надлишкової пропозиції, альтернативна вартість праці нижча, ніж заробітна плата. Більше того, вона може дорівнювати нулеві або бути від'ємною, якщо завдяки

проєкту виникає економія виплат на допомогу по безробіттю. Якщо ж робоча сила є в дефіциті, то альтернативною вартістю може бути заробітна плата, яку працівники одержали б на іншому підприємстві [50].

В економічному аналізі до складу грошових потоків також відносять потоки витрат і надходжень, які виникли в результаті зовнішніх впливів в інших галузях, внаслідок довкільних і соціальних змін, викликаних здійсненням ІІ, зокрема:

- для операційної діяльності:
 - до витрат відносять виробничі витрати (але не податки чи трансферти), втрати від погіршення добробуту суспільства;
 - до надходжень – виручка від реалізації, вигоди його покращення;
- для інвестиційної діяльності:
 - до витрат відносять капіталовкладення та витрати на збільшення оборотного капіталу;
 - до надходжень – доходи від продажу активів при закінченні проєкту, надходження від зменшення обігових коштів [50].

Складним завданням є вибір релевантних впливів, які чітко пов'язані з проєктом, а також їх кількісна і вартісна оцінка. потрібно розглянути кожну проблему, прийняти рішення, ідентифікувати важливі наслідки й однозначно висловити свою думку [50].

Трансфертні платежі. В оцінці ефективності проєкту з точки зору суспільного добробуту податки, субсидії і дотації розглядають як трансфертні платежі, тобто вони представляють собою операції, які створюють нової вартості, хоча контроль за реальними ресурсами і переходить з одних рук до інших. Виплата податкових сум підприємством-інвестором не змінює національний дохід країни, оскільки відбувається лише передача доходу від підприємства до держави. Отже, цей платіж з позиції економіки загалом не є витратою. Аналогічно, амортизаційні відрахування в економічному аналізі теж розглядають як один із трансфертних платежів, оскільки нарахування амортизації є внутрішнім перерахуванням грошей із одного рахунку на інший. У загальному випадку всі

трансфертні платежі не розглядають у розрахунках економічної ефективності оскільки вони не відображають реальних вигід і витрат суспільства [50].

При визначенні комерційної ефективності роль податків, субсидій, дотацій та амортизації є зовсім іншою. Податки, які сплачує фірма-інвестор, збільшують її витрати на здійснення проєкту, а будь-які субсидії, надані фірмі, призводять до збільшення її доходів. Амортизаційні відрахування забезпечують фірмі-інвестору податкову економію, а значить, дозволяють збільшити прибутки [50].

Час виникнення платежів і надходжень. У грошових потоках економічний аналіз враховує реальні терміни виникнення витрати коштів у проєкті, тобто ті моменти часу, коли входи проєкту дійсно використовуються, а не час проведення транзакцій проєкту. У фінансовому аналізі витрати виникають тоді, коли фірма-інвестор витрачає кошти (купує обладнання, сплачує лізингові платежі і т.д.), а ці терміни можуть дещо відрізнятися від часу дійсного використання ресурсів проєкту [50].

Часові преференції суспільства. В аналізі проєкту з точки зору змін у суспільному добробуті вибір між теперішнім і майбутнім споживанням не є таким категоричним, як у фінансовому аналізі, оскільки оцінка ефективності робиться у контексті довгострокової перспективи і ширшого кола бенефіціарів. Крім того, ризики неуспіху проєкту покладаються не на інвестора, а на суспільство. Тому зазвичай, відсоток дисконтування в економічному аналізі є дещо нижчим, ніж у фінансовому [50].

Соціальний аналіз. Метою соціального аналізу є визначення прийнятності варіантів реалізації проєкту з погляду учасників проєкту і населення регіону, де здійснюється проєкт. Сучасна практика підготовки проєктів, на жаль, не відстежує соціальні аспекти (за винятком цільових проєктів соціального розвитку). У вітчизняному досвіді розробки проєктів практично не розглядається соціальний капітал і ступінь його впливу на результати проєкту, хоча всі проєкти справляють значний вплив на соціальні перетворення. Дана ситуація спричинена тим, що проведення соціального аналізу ускладнюється неможливістю кількісної

характеристики багатьох соціальних змін і результатів, що супроводять проєкт [50].

В основі соціального аналізу, який виконують у контексті аналізу витрат і вигід, лежить положення економіки добробуту про різну граничну вартість грошової одиниці для різних за рівнем доходу бенефіціарів [52, 199,201].

Аналізуючи вплив проєкту на суспільний добробут, варто з'ясувати які категорії населення за рівнем доходів скористаються вигодами проєкту. Тому потрібно дослідити структуру доходів і вигід, отриманих працівниками від реалізації проєкту, хто саме отримує вигоди проєкту [50].

Простішим у виконанні є завдання ідентифікації можливих соціальних ефектів проєкту, перелік яких подається нижче. Зокрема:

- Вплив на зайнятість;
- Вплив на умови роботи;
- Вплив на склад населення;
- Вплив на якість життєвого рівня окремих осіб, тобто чи проєкт впливає на:
 - ступінь участі та рівень підтримки проєкту громадськістю;
 - здоров'я окремих індивідуумів [50].

Основні результати, які необхідно відобразити в підрозділі "Соціальний аналіз" проєкту, належать: зміна кількості робочих місць у регіоні; зміна професійно-кваліфікаційного рівня задіяних у проєкті працюючих; доходи різних соціальних груп і міркування щодо їх економічної вартості [50].

Інші можливі соціальні ефекти або результати варто дослідити та відзначити при їх можливій оцінці, а також долучити до грошових потоків економічного аналізу. Деякі ефекти будуть важкооцінювані їх потрібно детальніше аналізувати.

Сенситивний аналіз. Сенситивний аналіз дозволяє оцінити як реагує ЧТВ інвестиційного проєкту на зміну чинників, які визначають її величину. Застосування сенситивного аналізу дає можливість виявити ті чинники, до яких ЧТВ є найбільш чутливою, і до якої міри вони можуть змінюватися (розрахунки

здійснювати у ринкових цінах), перш ніж інвестиції дадуть негативний результат (від'ємне значення ЧТВ) [50].

Інакше кажучи, сенситивний аналіз виявляє, чому проєкт може зазнати невдачі. Мета цього підходу полягає у виявленні критичних чинників, оцінці ймовірності подій, які приведуть до від'ємного значення ЧТВ. Повний алгоритм проведення аналізу чутливості передбачає:

- ідентифікація критичних змінних проєкту;
- оцінка еластичності змінних;
- визначення граничного (критичного) значення чинників;
- ранжування чинників за їх силою впливу на проєкт [52, 61, 193, 199].

Як показник чутливості до зміни тих чи інших чинників використовують показник еластичності ЧТВ. Переваги такого показника в його незалежності від вибору одиниць вимірювання різних чинників. Що більшою є еластичність, то вищою є міра залежності ЧТВ від аналізованої змінної проєкту. Критичні змінні і змінні, еластичність ЧТВ за якими особливо висока, потребують глибшого аналізу [50].

Вплив річного прибутку допоміжного виробництва на ціноутворення основного продукту та його конкурентоспроможність. Виробництво біогазу в основному проводиться, як утилізація органічних відходів від основного виробництва (тваринництва, рослинництва, переробної галузі чи харчової). Можна розглядати отримання біогазу, як додаткове виробництво, яке пов'язане з основним. Тобто, якщо від основного виробництва утворюються продукти, які не застосовуються в основному, а переробляються чи утилізуються, дохід від утилізації відходів прив'язаний до основного виду діяльності. Такий додатковий дохід буде позитивно впливати на розвиток підприємства та його потужностей. Також такий дохід може мати вплив на ціноутворення основного продукту та підвищити його конкурентоспроможність на ринку. Таку можливість можна проаналізувати та виділити, наприклад, у найбільш несприятливий квартал, у який потрібно покращити свої позиції на ринку. Наприклад, для збереження клієнтів, збільшення їх кількості, активнішого просування продукту чи інших

можливостей, які спроможні збільшити об'єм продажів основного продукту. Даний вплив річного прибутку можна представити, як методичний підхід до здійснення ідентифікації можливості одержання додаткового прибутку від утилізації органічних відходів.

Щоб розрахувати можливу знижку потрібно річний прибуток від реалізації товару додати річний прибуток за виготовлення біогазу (мінус операційні витрати) та поділити на кількість реалізованого товару, отримаємо ціну товару зі знижкою. Якщо від стартової ціни відняти ціну зі знижкою отримаємо розмір знижки, яка буде мати відчутний вплив на ринкову конкуренцію в порівнянні з іншими виробниками цього товару.

Можна підсумувати, що аналіз витрат і вигід (АВВ) інвестиційного проекту – це комплексне дослідження ефективності використання обмежених ресурсів в певному виді діяльності. Суть його полягає у з'ясуванні їхньої ефективності не лише з точки зору інвестора, але й з точки зору впливу на суспільний добробут. Це в свою чергу можна вважати основою методики оцінки еколого-економічної ефективності проекту. Дуже важливим аспектом є можливість врахування в показниках ефективності інвестиційних проектів тих витрат і вигід, які не мають ринкової оцінки і є необхідною передумовою максимізації суспільного добробуту, а також врахування впливу на навколишнє середовище.

Висновки до розділу 1

Еколого-економічна ефективність – це аналіз сукупних результатів діяльності виробництва чи інших господарських дій, які представляють показники економічного ефекту з врахуванням екологічних та соціальних наслідків, які виражені у вартісній формі.

Господарська діяльність людини повинна бути спрямована на мінімізацію використання ресурсів при незначній або ж взагалі без зміни якості продукту, врахування впливів на навколишнє середовище та організм людини, а також майбутніх поколінь. При цьому досягти конкурентної ринкової вартості та

працювати у системі як безвідходного виробництва, так і маловідходного споживання. Тобто утилізувати відходи від виробництва, які утворились продавцем, для отримання вторпродуктів та зменшити навантаження на навколишнє середовище, а також досягти маловідходного споживання покупцем. При цьому аналіз життєвого циклу (LCA) дозволяє оцінювати потоки енергії та матеріалів, а також аналізувати вплив на довкілля та організм людини. Він є важливим для оптимізації виробництва, зменшення кількості енергії, сировини та негативного впливу на довкілля та людський організм. Дозволяє підібрати шлях для переробки, при цьому отримати певний вторинний продукт і запустити знову у виробництво. Звичайно науково-технічний прогрес є визначальним фактором можливості збільшення відсоткової частки переробки відходів, які утворились як під час виробництва, так і при споживанні продукту. Переробка відходів виробництва та споживання є єдиним еколого-економічно оптимальним рішенням. При цьому утворені продукти від утилізації відходів забезпечують відновними енергоресурсами та біодобривами, які створюватимуть умови для стабільних темпів росту при умові обмеження використання природних ресурсів.

Аналіз витрат і вигід (АВВ) інвестиційних проєктів - це комплексне дослідження ефективності використання обмежених ресурсів в певному виді діяльності. Суть її полягає у з'ясування їхньої ефективності не лише з точки зору інвестора, але й з точки зору суспільного добробуту, що можна прирівнювати до основ еколого-економічної ефективності проєкту. Також дуже важливим аспектом є можливість врахування в показниках ефективності інвестиційних проєктів тих витрат і вигід, які не мають ринкової оцінки, і є необхідною передумовою максимізації суспільного добробуту, а також врахування впливу на навколишнє середовище. Тобто аналіз витрат і вигід покаже витрати та прибуток інвестора (фінансовий аналіз) де не враховані впливи на навколишнє середовище та здоров'я людини, у діяльності проєкту з утилізації органічних відходів у біогазовій установці. При цьому економічний аналіз проводиться із врахуванням впливів на навколишнє середовище та здоров'я людини. Також дозволяє проаналізувати чи рентабельний проєкт при фінансовому та економічному аналізі,

які терміни окупності проєкту, яка внутрішня норма доходу та рівень ЧТВ. Отримані дані дозволяють порівняти рівні ЧТВ фінансового та економічного аналізу, щоб зрозуміти рівень впливу на навколишнє середовище, інші можливі екстерналії, які виникають і можуть бути не враховані інвестором, а також суспільні блага та альтернативну вартість розв'язання проблеми утилізації відходів.

Оцінити економічну (суспільну) ефективність проєкту означає перевірити доцільність із точки зору суспільства виділення ресурсів на здійснення саме цього проєкту, за наявності альтернатив та оцінити, які «доходи» або блага отримає суспільство. Проведення сенситивного аналізу фінансового та економічного проєктів, забезпечує розуміння значення впливу тих чи інших факторів на основні показники ефективності реалізації проєкту. Проведення з даними показниками моделювання окремих проєктів загалом дозволить пересвідчитись в якості та достовірності отриманих даних щодо наявних впливів.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ У АГРАРНІЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ

2.1. Оцінка можливостей виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки

Все більший розвиток сільського господарства продукує більшу кількість органічних відходів. Які мають значніший вплив на навколишнє середовище. Так великі агропідприємства мають і значні об'єми органічних відходів, які потрібно оптимально утилізувати.

Умови України з її розвиненим тваринництвом та рослинництвом, великою кількістю поновлюваних органічних відходів, залежністю від енергоносіїв, порівняно м'яким кліматом сприяють необхідності і можливості ширшого впровадження біологічної переробки цих відходів. За підрахунками фахівців на Україні щорічно в галузях народного господарства утворюється понад 125 млн тонн органічних відходів по сухій речовині. Анаеробний спосіб переробки, крім високоефективних екологічно чистих органічних добрив, дозволяє отримати ще й біогаз як альтернативне джерело енергії, при збереженні умов охорони навколишнього середовища. З літературних джерел відомо, що 1 т органічних відходів дозволяє отримати від 200 до 600 м³ біогазу. При отриманні з однієї тонни відходів хоча б 200 м³ біогазу, переробка їх в межах України може дати 25 млрд, м³ цього палива. Переробити 100% даних відходів практично неможливо. Якщо прийняти обсяг реактора 8 – 10 м³, що мають бути достатніми для приготування їжі сім'ї з 5 – 7 осіб, то для повної переробки відходів на Україні їх необхідно 7 – 9 млн шт. Маючи таку кількість установок, можна повністю забезпечити господарські потреби сільського населення біогазом власного виробництва, як це планувалося в Англії ще на 1990р. Звичайно ця кількість реакторів значно зменшиться за рахунок зосередження відходів на великих

фермах, каналізаційних системах, або в результаті кооперації фермерів, де їх переробка може здійснюватися в установках значно більшого обсягу [162].

Розуміючи значення установок великого об'єму, не варто нехтувати малогабаритними. Вони мають наступні переваги: дешеві, доступні для будівництва індивідуальним або промисловим способами, прості і безпечні в обслуговуванні, а продукти переробки – біогаз, а також особливо, високоякісні органічні добрива, будуть безпосередньо використані на потреби фермерського господарства без витрат на їх транспортування. В Україні, на жаль, експлуатують лише незначну кількість таких установок, накопичено ще недостатній досвід і тому для збільшення масштабів переробки необхідно об'єднати зусилля як державних, так і фермерських і комерційних структур. Ефективною є концепція централізованих біогазових установок, яка передбачає транспортування біомаси від декількох навколишніх постачальників (фермерських господарств), а також частково від муніципальних і промислових підприємств [162].

Сировиною для виробництва біогазу можуть бути практично будь-які матеріали, що містять в собі значну частку органічної речовини, що піддається розпаду біохімічними способами, та які не містять речовин, що пригнічують життєдіяльність бактерій. Таким чином, перелік відходів, побічних продуктів та сировини, придатних для виробництва біогазу обчислюється сотнями окремих видів, до яких належать побічні продукти тваринництва, рослинництва, харчової промисловості, органічних відходів від приготування їжі, а також спеціально вирощені культури рослин [75]. Сировиною з органічних відходів можуть бути: зернова й мелясна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекальні осади, відходи рибних і забійних цехів (кров, жир, кишки, канига), трава, листя, солома, стружка, побутові відходи, мул з очисних споруд, відходи молокозаводів (лактоза, молочна сироватка), відходи від виробництва біодизеля (технічний гліцерин), відходи від виробництва соків (жом фруктовий, ягідний, виноградний жмих), водорості, відходи виробництва крохмалю й патоки (мезга й сироп), відходи переробки картоплі, виробництва чіпсів (очистки, відходів бульби). Вихід

біогазу залежить від вмісту сухої речовини й виду використовуваної органічної сировини [151].

Відходи тваринництва (гній, залишки їжі) є найперспективнішими джерелами отримання енергії та біодобрив методом анаеробного бродіння в біореакторах [7]. Вони присутні у багатьох господарствах, не потребують попередньої обробки, а також їх легко транспортувати та накопичувати. При цьому їх переробка забезпечує необхідність зберігати умови санітарії та не забруднювати навколишнє середовище.

З точки зору проєктів виробництва біометану в Україні, найбільш ймовірним, з врахуванням технологічної доцільності, доступності та обсягів, може бути використання гною свиней та ВРХ, а також курячого посліду сільськогосподарських підприємств, жому цукрових буряків, рослинних решток основних сільськогосподарських культур, відходів, а також спеціально вирощеної кукурудзи на силос [75]. Варто враховувати, що під час процесу господарської діяльності значна кількість біомаси втрачається або залишається покинутою, а ще частина використовується малоефективно (компостування).

Рослинні залишки – це відходи лісопереробної галузі та відходи сільського господарства. При заготівлі лісу та подальшій його переробці з відходами втрачається близько 50% деревини. Ця біомаса у вигляді тирси, листя, гілок вивозиться на полігони, де гниє чи спалюється на місці, таким чином погіршуючи стан довкілля. Для рослинних залишків характерною є особливість сезонної відтворюваності, їх пік припадає на другу половину літа та осінь. При цьому польові культури дають більше рослинних залишків, ніж овочеві [139].

У таблиці 2.1 наведено оцінку сукупного енергетичного потенціалу біомаси у сільськогосподарських підприємствах України з яких добре видно коливання маси відходів у залежності від року та за видами біомаси. Чітко проглядається тенденція до росту відходів рослинництва, переробної промисловості, деревної біомаси, енергетичних культур та кукурудзи на біогаз. При цьому є падіння маси відходів від обрізки плодівих дерев та біогазу з гною.

**Оцінка сукупного економічного енергетичного потенціалу біомаси у
сільськогосподарських підприємствах України [26]**

Вид біомаси	2010		2015		2016		2017		2017 до 2010, %
	тис. т. н.е.	структ ура, %	тис. т. н.е.	структ ура, %	тис. т. н.е.	структ ура, %	тис. т. н.е.	структ ура, %	
Первинні відходи рослинництва (солома та стебла)	8842	56,8	14002	63,3	15039	64,2	14718	57,7	166,5
Обрізки плодкових дерев	105	0,7	68	0,3	63	0,3	61	0,2	58,1
Відходи переробної промисловості	375	2,4	427	1,9	495	2,1	602	2,4	160,5
Деревна біомаса	2784	17,9	3646	16,5	3935	16,8	4147	16,3	149,0
Біогаз з гною (на усе поголів'я)	758	4,9	719	3,2	681	2,9	655	2,6	86,4
Енергетичні культури	1887	12,1	2331	10,5	2284	9,8	3692	14,5	195,7
у т.ч. верба	908	5,8	1122	5,1	1100	4,7	1778	7,0	195,8
міскантус	607	3,9	750	3,4	735	3,1	1189	4,7	195,9
тополя	371	2,4	458	2,1	449	1,9	726	2,8	195,7
Кукурудза (на біогаз)	942	6,0	1164	5,3	1141	4,9	1816	7,1	192,8
Усього	15575	100	22135	100	23417	100	25499	100	163,7

Агропромисловий сектор України, виробляючи значні обсяги органічних відходів, потенційно володіє ресурсами для виробництва біогазу, здатними замінити 2,6 млрд м³ ПГ/рік. При подальшому розвитку сільського господарства та широкому використанні рослинної сировини (силос, трави) цей потенціал може бути доведений за різними оцінками від 7,7 до 18 млрд м³ /рік у перерахунку на природний газ. У першому варіанті передбачається використовувати 6% орних (50% вільних від посівів) земель в Україні під вирощування кукурудзи на біогаз з консервативною величиною урожайності 30 т/га. При цьому частка біогазу з кукурудзяного силосу складе 53,0% від загального потенціалу, з побічної продукції та відходів рослинництва – 5,7%, з побічної продукції та відходів харчової переробної промисловості – 5,3%, з відходів тваринництва (гній) – 36%. Другий варіант з більш високим прогнозом передбачає використання 7,9 млн га вільних від посівів земель під вирощування кукурудзи на біогаз з урахуванням підвищення врожайності. У таблиці 2.2 представлений потенціал виробництва

біогазу на існуючих підприємствах АПК України і при вирощуванні силосу кукурудзи для виробництва біогазу на 50% вільних орних земель (при врожайності 40 т зеленої маси з 1 га і виході біогазу 180 м³ /т зеленої маси) [139]. При цьому не варто забувати і про високоефективні біодобрива, які отримаємо разом з біогазом.

Таблиця 2.2.

Потенціал виробництва біогазу в ряді галузей АПК України [139]

Вид діяльності	Загальна кількість підприємств в Україні	Обсяг основної продукції	Загальний обсяг основних відходів	Потенціал виробництва біогазу із загального обсягу відходів/продукції	Частка економічно доцільного потенціалу
		тис. т (голів)	тис. т	млн м ³ /рік	на БГУ з міні-ТЕЦ від 0.1 МВт
Всього по Україні	11667	-	39 727	9 543	54%
Цукрові заводи	60	1 546.0	23 263.5	975.5	46%
Пивоварні	51	3 100.0	1 016.8	121.8	10%
Спиртові заводи	58	204.7	2 705.0	116.8	13%
Ферми ВРХ	5079	1 526.4	15 431.6	385.8	97%
Свиноферми	5634	3 625.2	5 656.7	160.3	30%
Птахо-фабрики	785	110 561.3	4 721.5	377.7	68%
Силос кукурудзи	вирощування на 50% вільних орних земель	41 140.4	-	7 405.5	-

Також при нарощуванні потужностей галузей АПК у нас буде збільшуватись кількість відходів, а це в свою чергу стимулюватиме підприємства до їх утилізації. Оскільки утилізація органічних відходів за допомогою біогазових установок є одним з найбільш еколого-ефективних методів, об'єм біогазу та біодобриг повинен впевнено рости.

Полігони твердих побутових відходів (ТПВ) міст та промислових підприємств займають величезні площі, забруднюють навколишнє середовище і є розплідниками для пацюків, мишей та інших тварин. Згідно з дослідженнями [28],

на одну людину припадає близько 300...700 кг твердих побутових відходів на рік. Склад ТПВ міст наведено на рис.2.1 (Дані взято та опрацьовано з [139]).

В Україні 92% ТПВ міст залишаються непереробленими, тоді як у західних країнах частка біогазових установок з переробки даного виду сировини постійно зростає і є досить значною (рис. 2.1) [139]. Та й не варто забувати, що в розрізі життєвого циклу харчового продукту першою ланкою є вирощування компонентів даного продукту рослинного чи тваринницького напрямів. А вже потім цей продукт проходить обробку і набуває певного вигляду на вітрині магазину, супермаркету, або ж на тарілці у закладі харчування чи у нас на обідньому столі. А після цього опиняється на полігоні ТПВ.



Рис 2.1. Склад ТПВ міст

У Вінницькій області зосереджена велика кількість спиртових заводів, переробка стічних вод яких дозволить отримувати значну кількість біогазу. На одному заводі середньої потужності можливо отримати за добу 24000 м³, а за рік близько 6 млн м³ біогазу, що дозволить зменшити витрати тільки на виробництво спирту близько 40%. Загальну кількість органічних відходів, що утворюються в СНД та Україні, наведено в таблиці 2.3. Як видно, потенціал отримання біогазу в нашій країні надзвичайно великий. Перероблення органічних відходів в біогазових реакторах дозволило б розв'язати значною мірою енергетичну проблему на селі та у фермерських господарствах України, а також у великих містах [139]. При цьому всі підприємства на яких утворюються органічні відходи отримають додатковий прибуток та нівелюють витрати на екологічний податок.

**Утворення органічних відходів за масою сухої речовини (СР) в республіках
СНД і на Україні, млн т [139]**

Галузі утворення органічних відходів	СНД	Україна
Тваринництво і птахівництво	230	46
Рослинництво	160	32
Стічні каналізаційні води	7	1,4
Відходи деревообробної, харчової і інших галузей промисловості	43	8,6

Кожен з видів органічних відходів дозволяє отримати при анаеробній переробці певну кількість біогазу з різним вмістом у ньому метану (таблиця 2.4).

**Вихід біогазу і вміст у ньому метану при використанні різних видів відходів
[7, 14,152]**

Вихідна сировина	Вихід біогазу на 1 кг сухої речовини, л/кг	Вміст метану (CH ₄), %
Гній великої рогатої худоби	200 – 300	50
Гній свинячий	340 – 480	60 ... 75
Кінський гній із соломою	250	56 ... 60
Бадилля картопляне	420	60
Стебла кукурудзи	420	53
Солома пшенична	342	58
Лузга соняшникова	300	60
Силос	250	84
Трава свіжа	360	52
Буряк	430	84
Відходи моркви	250	60
Гирса деревини	220	51
Твердий осад стічних вод	570	70
Фекальний осад	250 – 310	60
Домашні відходи і сміття	600	50

Для оцінки обсягів утворення побічної продукції дослідник Петро Кучерук використав дані Державної служби статистики про наявне загальне поголів'я тварин на сільськогосподарських підприємствах станом на березень 2019 року, збір урожаю основних сільськогосподарських культур за 2018 рік. При оцінці

потенціалу виробництва біометану враховано технічну доступність збору, частку технічно доступної біомаси, яку можливо відібрати для виробництва біогазу, вміст сухої речовини та золи, а також літературні дані щодо питомого виходу метану з одиниці маси органічної речовини для різних видів побічних продуктів[75].

Звичайно якщо говорити про інші напрямки харчової та обробної промисловості тут важко спрогнозувати об'єми відходів загалом. Але ця частка теж буде входити в ланцюг операцій над продуктом виготовленим агропромисловими підприємствами.

У розрахунку прийнято, що частка біомаси поживних решток (соломи, стебел кукурудзи, соняшнику), яку можна відбирати на виробництво біогазу, складає 30-40% від технічно доступної маси. При цьому зброжена маса з поживних решток повертається на поля, що збалансовує потребу в поживних елементах [75]. Також варто зазначити, що це збалансоване біодобриво, яке комплексно підживлює та покращує ґрунт. Важливим фактором є можливість отримання біогазу з змішаних видів сировини. Що значно спрощує процес утилізації, хоча є види сировини, які мають більший вихід на 1 кг сухої речовини.

При оцінці потенціалу використання кукурудзи на силос зроблено припущення, що загальна маса силосу кукурудзи буде пропорційною загальній масі утворюваного гною та посліду у співвідношенні 1,5:1, відповідно. Оцінка необхідних площ землі під вирощування кукурудзи на силос враховує дані статистичної звітності щодо її урожайності за останні роки в розрізі регіонів України [75]. Варто зазначити, що за допомогою біодобрив можна відновити родючість малопродуктивних земель та відчутно розширити площу під вирощування сільськогосподарських культур.

Загальний оцінений потенціал виробництва метану з розглянутих видів побічних продуктів і силосу кукурудзи складає 7,8 млрд nm^3 CH_4 на рік, станом на 2018 рік, що складає майже 40% від обсягів добування природного газу в Україні або майже 25% від загального обсягу споживання ПГ за 2018 рік. Майже половину потенціалу виробництва біогазу можна забезпечити використанням

пожнивних решток, ще 35% – вирощуванням кукурудзи на силос (Рис. 2.2). Гній та послід в сумі складають лише 11% потенціалу, ще 4,7% – потенціал виробництва біогазу з жому цукрових буряків [75].

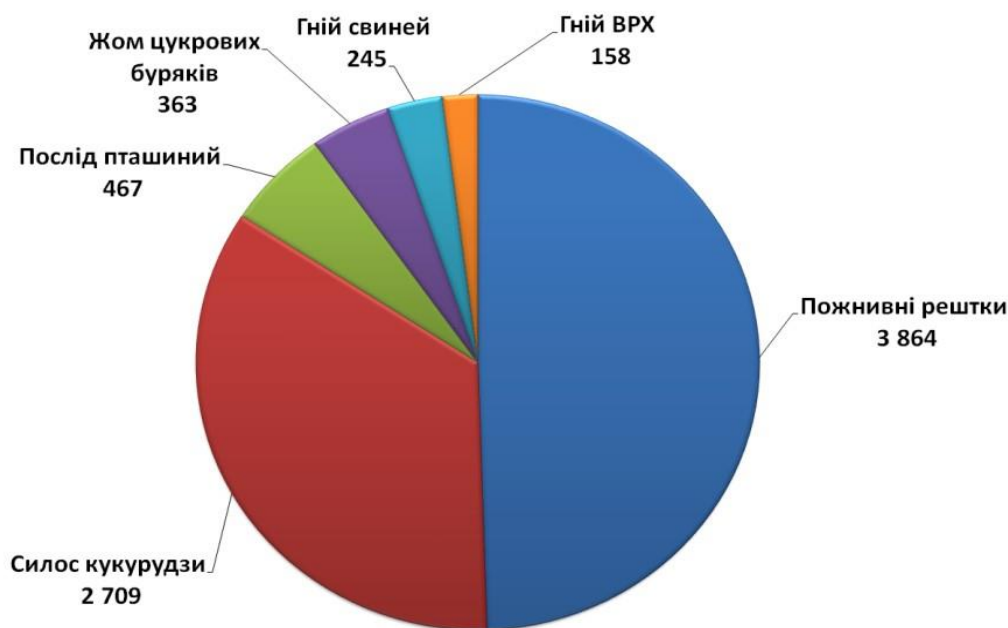


Рис. 2.2. Структура потенціалу виробництва біогазу в Україні (2018), млн нм³СН₄/рік [77].

Для вирощування кукурудзи на силос обсягом 26 млн т необхідно 1,15 млн ріллі. Середня урожайність кукурудзи на силос по Україні за період 2012-2016 роки складала 21,8 т/га, діапазон – від 6,4 т/га в Закарпатській області до 34,0 т/га в Сумській області. З розподілом по регіонам оцінена необхідна частка ріллі під вирощування кукурудзи на силос до загальної площі, що використовується для вирощування основних сільськогосподарських культур, складає від 2 до 25%, а загалом по Україні – 6% (Рис. 2.3) [75]. Загальний відсоток цілком адекватний та не створює загрози до поширення монопродукту та дисбалансу культур у АПК.

Серед пожнивних решток найбільший внесок в потенціал виробництва біогазу вносять солома пшениці (36,4%) та стебла кукурудзи (34,6%). Прослідковується тенденція до збільшення загального потенціалу пожнивних решток в Україні, що очевидно пов'язано з підвищенням урожайності культур. Абсолютним лідером за потенціалом виробництва біогазу є Вінницька область (10% загального потенціалу). Київська, Черкаська і Полтавська області сумарно

забезпечують ще майже 25% потенціалу (рис. 2.4). Найменші потенціали зосереджено в Закарпатській, Чернівецькій, Рівненській та Івано-Франківській областях [75].

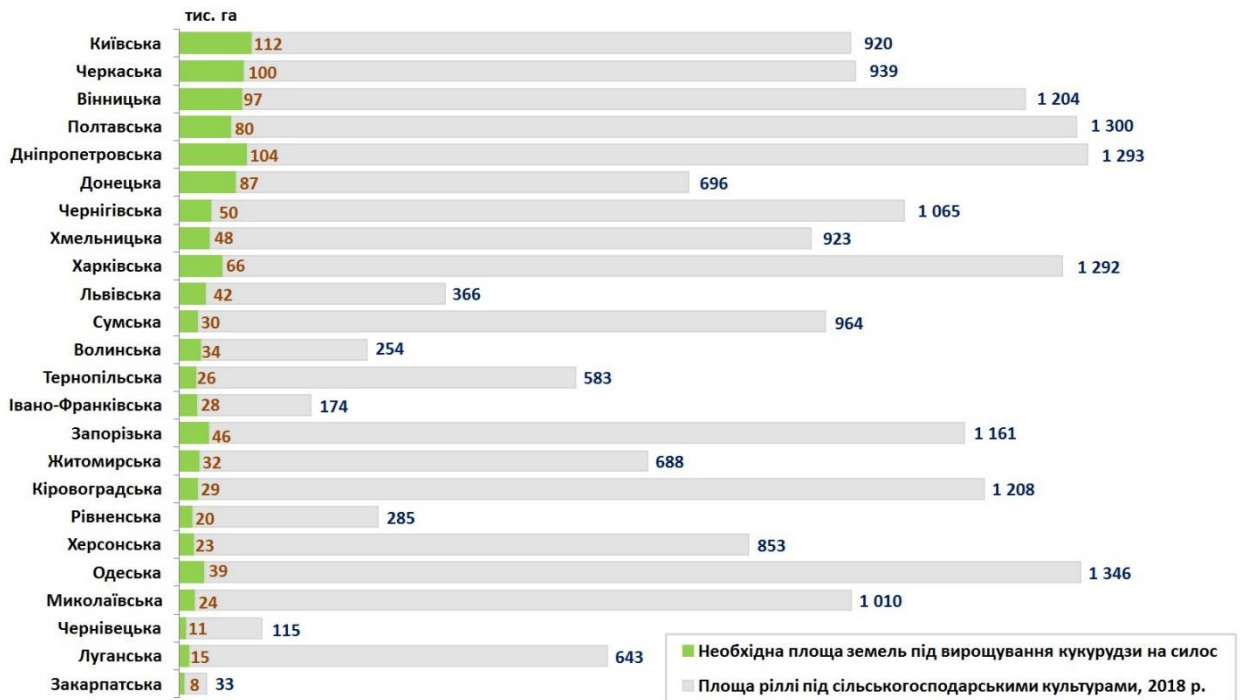


Рис. 2.3 Необхідна площа ріллі під вирощування кукурудзи на силос по регіонам України, тис. га [75].

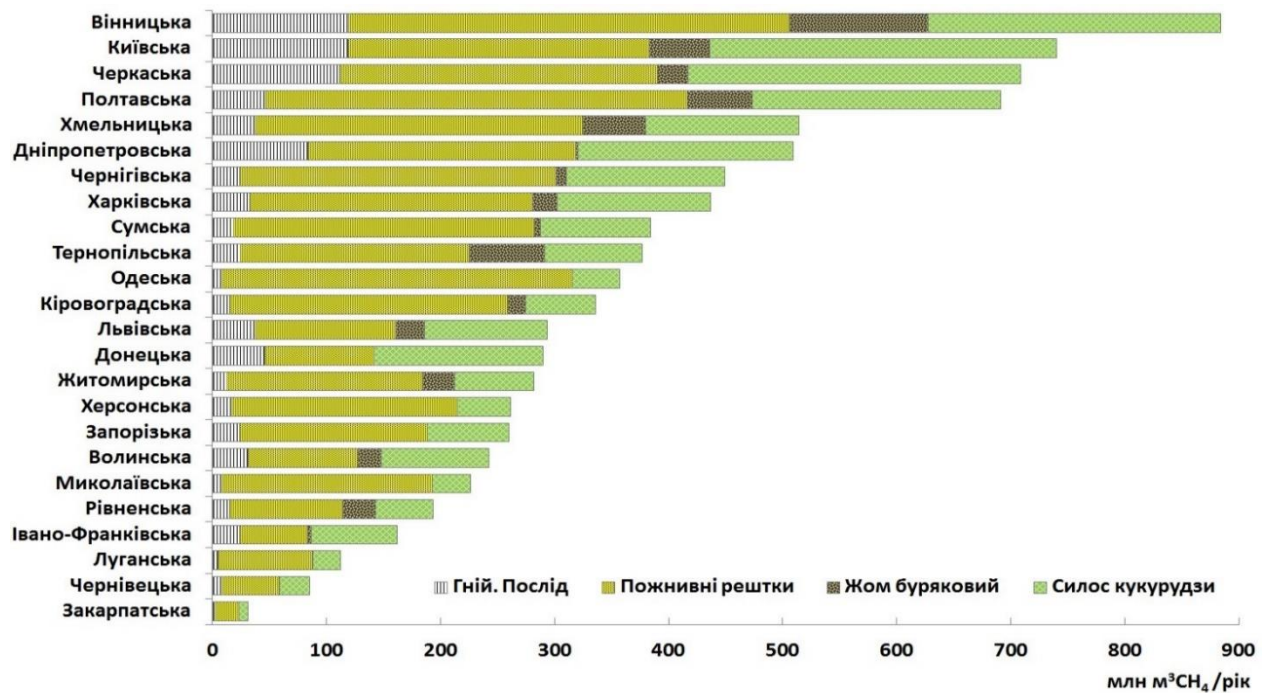


Рис. 2.4. Структура потенціалу виробництва біогазу по регіонам України (2018 р.) [75].

У частині власне поживних решток лідируючі позиції займають Вінницька та Полтавська області, найменше поживних решток в Закарпатській, Чернівецькій та Івано-Франківській областях (Рис. 2.5) [75].

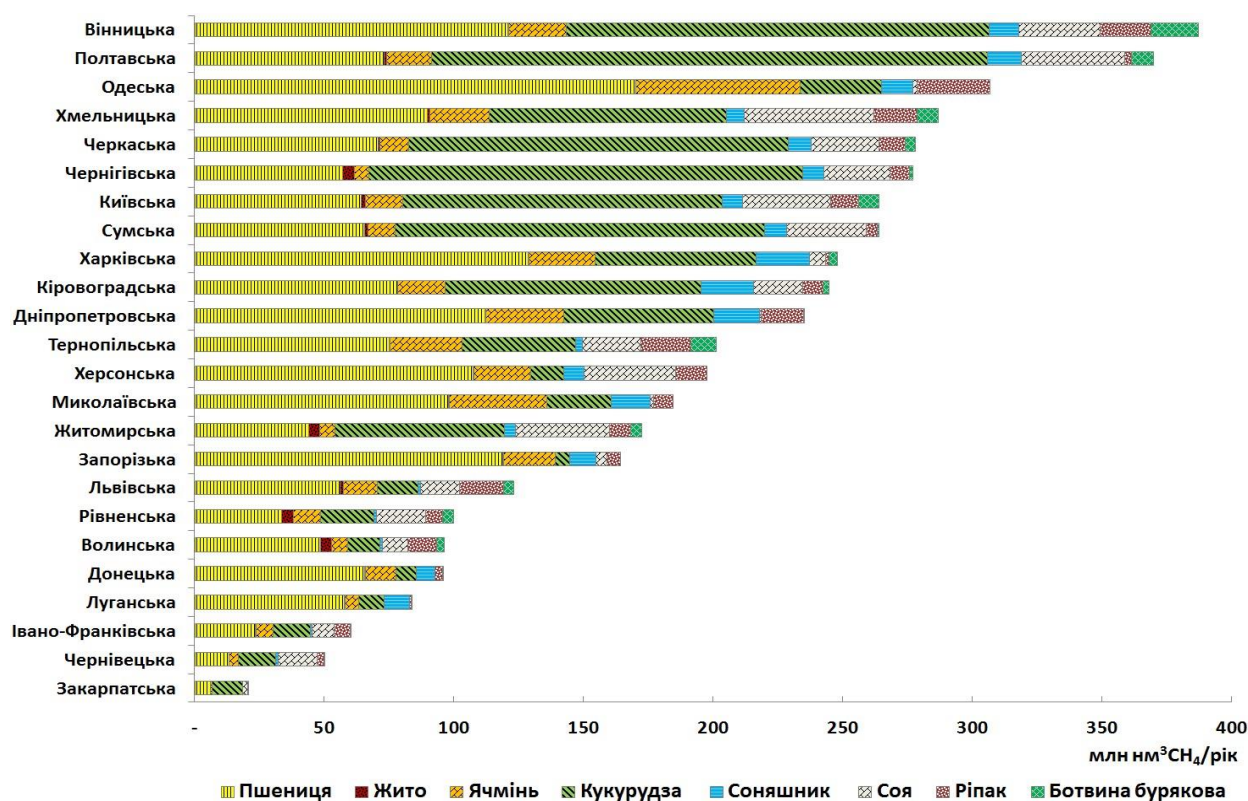


Рис. 2.5 Структура потенціалу виробництва біогазу з поживних решток по регіонам України (2018 р.) [75].

Оцінений потенціал не є верхньою межею, оскільки ще є потенціал його розширення за рахунок використання інших видів побічної продукції, збільшення урожайності культур та загального поголів'я тварин на фермах, залучення більших площ землі під вирощування кукурудзи на силос, використання маргінальних земель під вирощування енергетичних культур на біогаз [75]. Також можна додати, що значний потенціал є у органічних відходів від приготування їжі, легкої та харчової промисловості, від ведення діяльності по рекультивації на пошкоджених територіях та забруднених водоймах ціанобактеріями.

Європейська Біогазова Асоціація (ЄБА), згідно з даними [198] проєкту GreenGasGrids, прогнозує прискорене зростання виробництва біометану, в структурі загального виробництва біогазу, в Європі до 2030 року (Рис.2.6). Згідно

з прогнозом, у 2020 році 26% біогазу буде збагачуватися до якості природного газу. При цьому буде отримано 6.5 млрд м³ біометану [88].

Потенціал Біогазу/Біометану*

* очищений біогаз + газифікація ** прогноз частки біогазу, очищеного до біометану

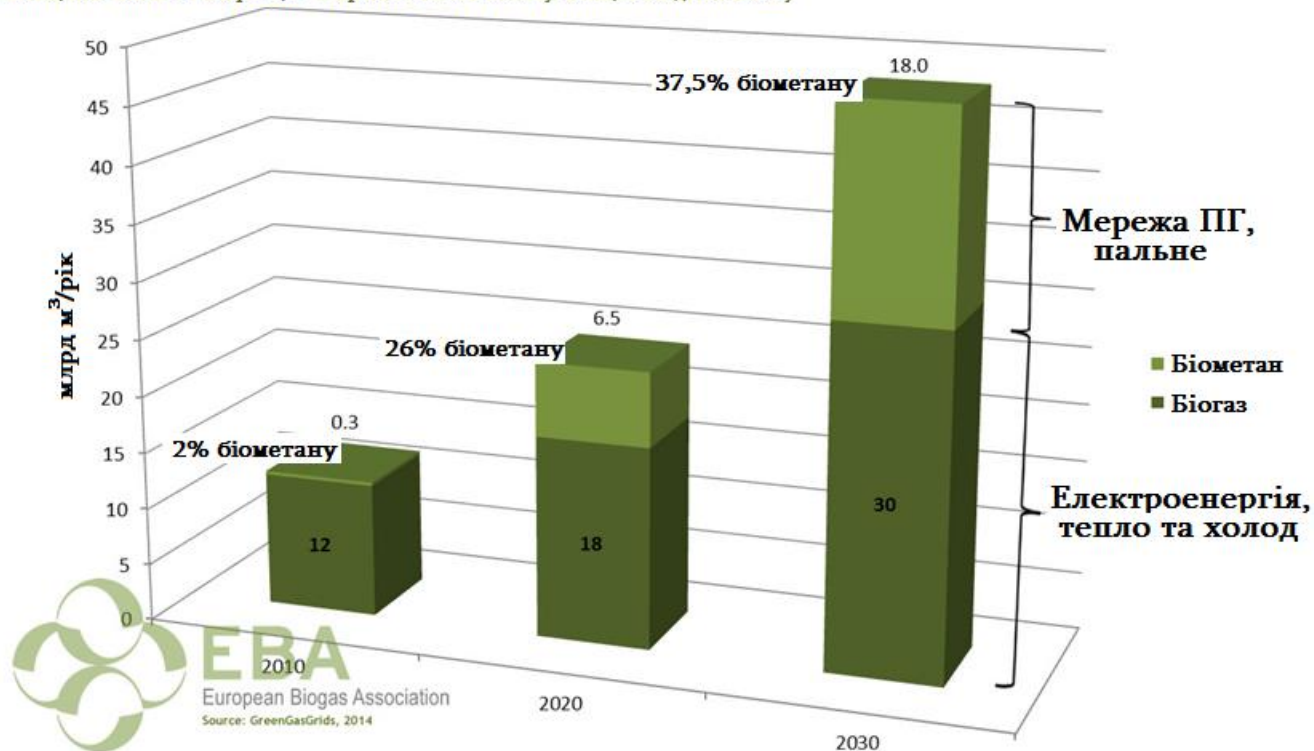


Рис. 2.6. Прогноз розвитку біогазового ринку в Європі до 2030 року (ЄБА) [88]

У 2030 році частка збагаченого біогазу відповідно до прогнозу ЄБА має зрости до 37.5% (18 млрд м³). Для того, щоб плани на 2020 рік були виконані біометановий ринок повинен зростати зі швидкістю 50%/рік щодо показника, досягнутого наприкінці 2017 року (1.94 млрд м³). У свою чергу, перехід від 2020 до 2030 року потребуватиме зростання на рівні 10.7%/рік. У плані розвитку, який був підготовлений Європейською мережею операторів газових мереж (European Network of Transmission System Operators for Gas: Ten-Year Network Development Plan 2017 [195]), опублікованому в 2017 році, наводяться різні сценарії розвитку виробництва та подачі біометану в газові мережі (Рис.2.7). Розглянуто три основні сценарії: повільний (Slow Progress), середній (Blue Transition) та еволюційно-революційний (Green Revolution/Evolution). За умови реалізації останнього, найбільш оптимістичного сценарію, виробництво біометану в 2030 році в Європі

може досягти 17 млрд м³, що цілком узгоджується з наведеними вище прогнозами ЄБА, а в 2037 році виробництво біометану може досягти вже 25 млрд м³. Однією з умов реалізації такого сценарію є швидке зростання податку на CO₂ [88]. В Україні податок на CO₂ теж росте, але розвиток виробництва біометану ще тільки зароджується, хоча підґрунтя для цього є.

Швидке зростання біометану в Італії стимулюється насамперед використанням біометану на транспорті. Уже сьогодні в Італії існує розвинена інфраструктура використання газу в якості моторного палива. Понад мільйон легкових автомобілів і 3300 автобусів використовують метан як паливо. В Італії функціонує 250 заправних станцій на стислому (CNG) і 22 станції на зрідженому метані (LNG). Національна енергетична стратегія країни передбачає будівництво 2400 CNG і 800 LNG станцій до 2030 року. На рис.2.8 представлено виробництво природного газу в Європі, яке після 2022 року почне знижуватися. Такі тенденції можуть призвести до того, що в 2037 року половина власного європейського газу буде забезпечена за рахунок виробництва біометану [88].

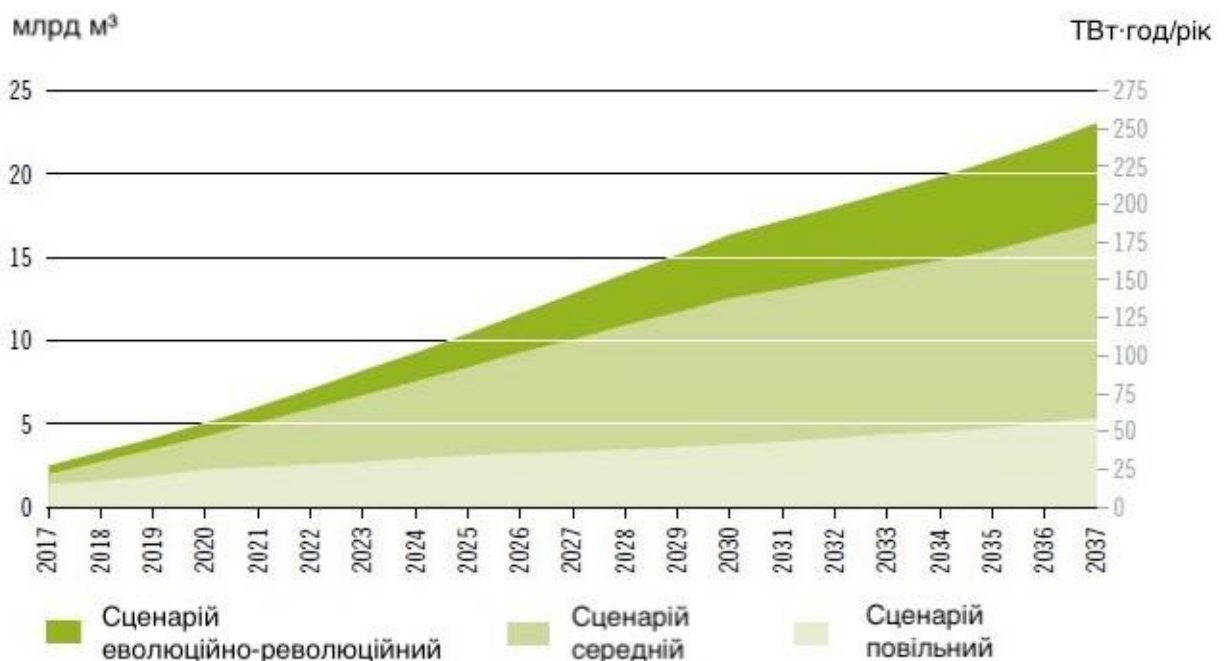


Рис. 2.7. Потенціал подачі біометану в газові мережі для трьох сценаріїв розвитку ринку в порівнянні з власним виробництвом природного газу в Європі. (Джерело:

TYNDP 2017 – ENTSOG) [88].

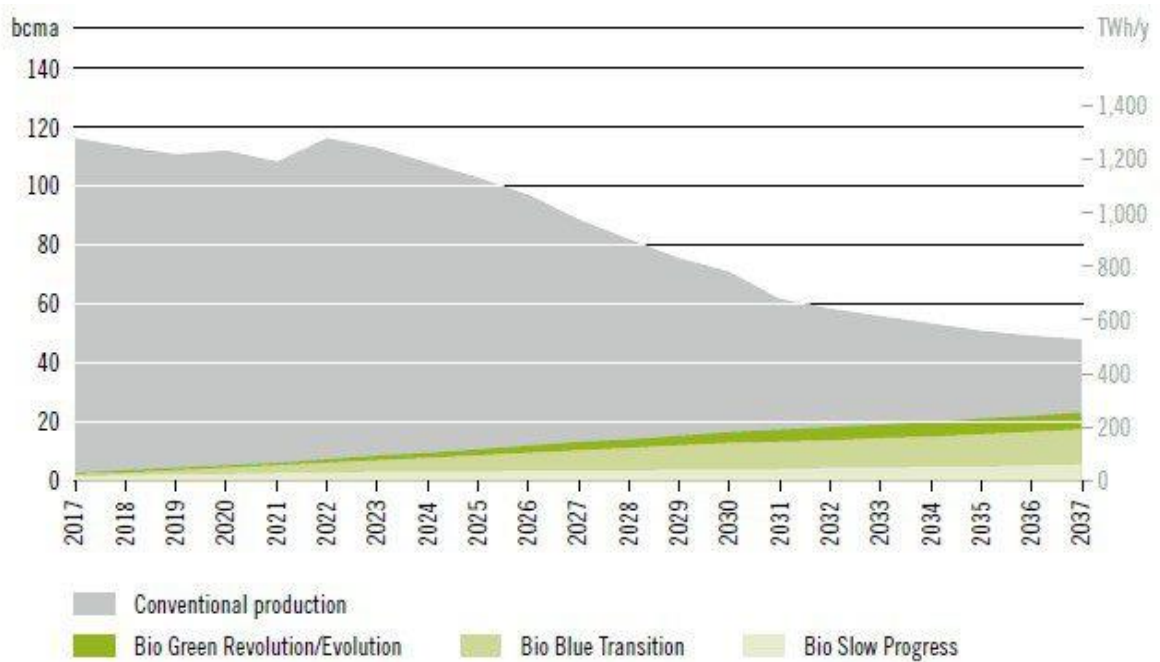


Рис. 2.8. Потенціал подачі біометану в газові мережі для трьох сценаріїв розвитку ринку в порівнянні з власним виробництвом природного газу в Європі. (Джерело: TYNDP 2017 – ENTSOG) [88].

Особливо цікава в зв'язку з цим інформація для окремих країн. На рис. 2.9 наведена розбивка виробництва біометану (БМ) по країнах за даними національних операторів газових мереж. За цими даними європейське лідерство з виробництва біометану вже через кілька років буде за Італією. Значним буде внесок Нідерландів, Франції, Великобританії. Сумарна частка всіх інших країн, включаючи і сучасного лідера – Німеччину – не перевищуватиме 10%. Передбачається, що якщо законодавча підтримка біометану в Німеччині не зміниться, її наздожене навіть непорівняна за розмірами Данія [88]. Тому Україна з значною сировинною базою має показати стрімкий ріст виготовлення біогазу в найближчі 10 років.

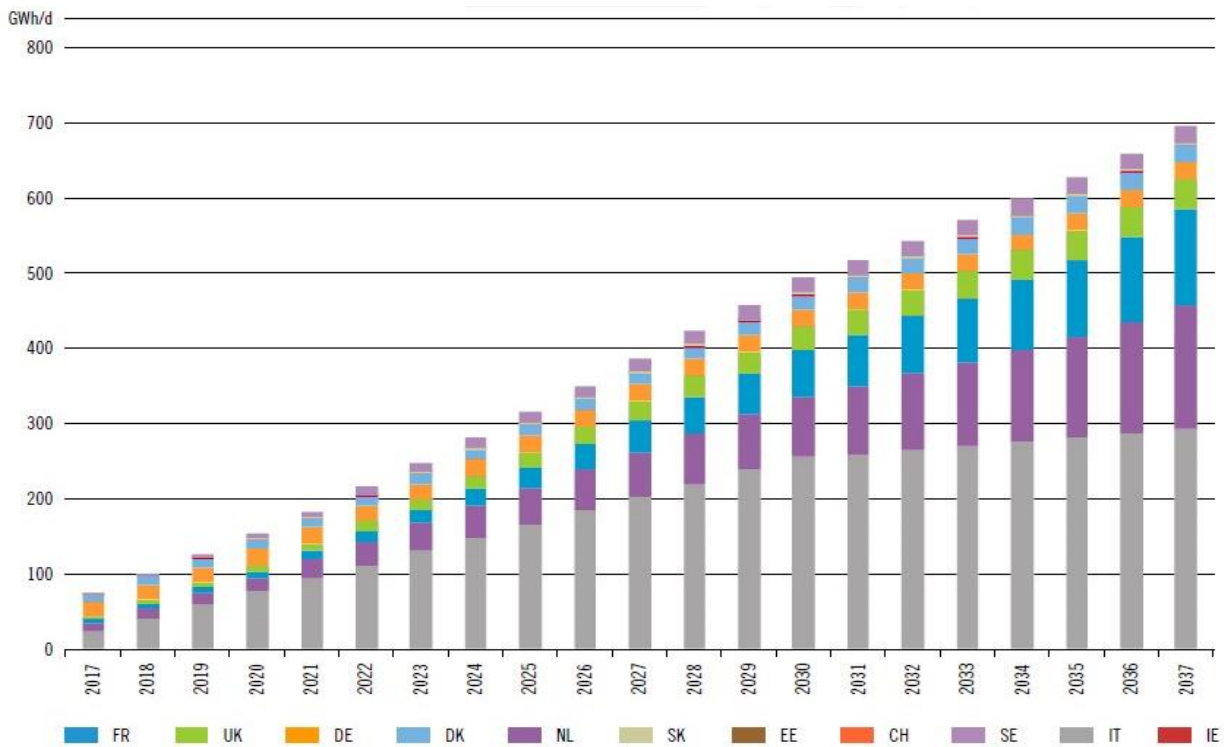


Рис. 2.9. Прогноз виробництва біометану в Європі в розбивкою по країнам (Джерело: TYNDP 2017 р – ENTSOG[88]).

Франція підтримує виробництво і подачу біометану в газові мережі незалежно від його типу використання. Передбачається, що в 2023 році виробництво біометану в країні складатиме 8 ТВт·год (800 млн м³), а в 2030 році – близько 90 ТВт·год (9 млрд м³) чи третину споживання природного газу. При цьому 7 млрд м³ повинно бути забезпечене за допомогою процесів ферментації, 2 млрд м³ за допомогою термічної газифікації і подальшої метанізації синтез-газу, а ще близько 200 млн м³ за рахунок отримання водню за допомогою електролізу з подальшим отриманням метану [88]. Комплексний підхід має високу ефективність для розв'язання проблем енергонезалежності та енергоефективності, тому даним досвідом варто скористатись.

Данія розглядає біометан, як повноцінний замітник природного газу. Уже в 2025 році виробництво біометану і природного газу в країні зрівняються, а в 2035 році біометан повністю замінить природний газ. Данія розвиває концепцію стійких енергетичних мереж, яка об'єднує електричні та газові мережі, а також систему централізованого теплопостачання. Біометан є поновлюване і постійне в часі джерело енергії з можливістю накопичення в газових мережах. Що дозволяє

розглядати його в якості важливого компонента енергетичної системи і регулятора енергії сонця і вітру [88]. Тим паче, що також йдуть роботи по оптимізації та зменшенню споживання природного газу загалом. Біометан дозволить доповнити енергетичну незалежність країни та підтримувати високий рівень стійкого розвитку.

У Німеччині на головному ринку виробництва і споживання біометану – 88% виробленого в 2017 році біометану було використано на ТЕЦ для комбінованого виробництва електроенергії і тепла, 5% – для теплопостачання і тільки близько 5% на транспорті (Рис. 2.10). Використання біометану в хімічній промисловості і для експорту в інші європейські країни відіграє в Німеччині другорядну роль (2%), але має високий потенціал розвитку[87].

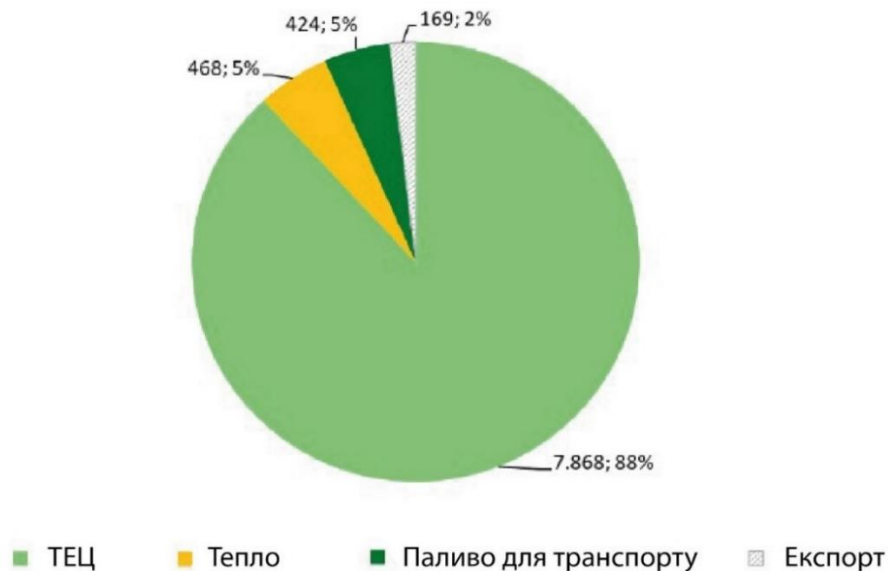


Рис. 2.10. Використання біометану в Німеччині у 2017 році, в ГВт·год та % от загальної кількості. Джерело: Dena, Berlin, July 2018[89].

Біометан можна використовувати у всіх двигунах, що працюють на природному газі. На ринку представлено безліч сучасних газових двигунів для автомобілів, важких транспортних засобів, кораблів і поїздів, які можуть працювати на біометані. Більшість виробників автомобілів пропонують моделі, що працюють на стислому метані. Існує також можливість переобладнати автомобіль з бензиновим двигуном для роботи на газі. Приблизно 10% виробленого в Європі біометану використовується в якості моторного палива

(табл. 2.5) [87]. Тому в Україні з подальшим ростом цін на автогаз конкуренції у вигляді біометану мала б хорошу перспективу.

Таблиця 2.5

**Країни з великою часткою використання біометану на транспорті
(2015) Джерело: EBA Statistical Report 2016**

Країна	Кількість біометанових заводів	Виробництво біометану, млн м ³	Подача біометану в газопроводи	Доля біометану на транспорті	Кількість заправних станцій (CNG)
Швеція	61	128,7	13	93%	154
Фінляндія	10	10,3	4	23%	25
Швейцарія	35	27,7	35	17%	136
Німеччина	185	897,7	165	7%	921
Ісландія	2	п/а	п/а	100%	5
Всього	459	1231	п/а	~10%	27 737

Таким чином, в європейських країнах реалізуються різні підходи до розвитку ринків виробництва і споживання біометану. Доцільність виробництва і використання біометану в Україні полягає в:

1. Можливості збільшення власного виробництва аналога природного газу, заміщенні імпортованого природного газу, зменшенні ступеня енергетичної залежності.
2. Створенні альтернативи викопним видам транспортного палива, заміщенні імпортованих нафтопродуктів – бензину та дизельного палива.
3. Одержанні стабільного відновлюваного джерела енергії з можливістю його накопичення в газопроводах та сховищах [87].
4. Застосування еколого-економічно ефективного методу утилізації органічних відходів від різноманітної господарської діяльності.
5. Забезпечення балансових потужностей у системі роботи енергетики.
6. Підвищення рівня рентабельності сільськогосподарських підприємств та інших суб'єктів господарювання, які утворюють органічні відходи.

Виробництво біометану з біогазу пов'язано з додатковими витратами на розділення метану і CO₂. Тому одиниця енергії в біометані коштує дорожче, ніж у

біогазі. Але, біогаз можна використовувати для отримання електрики і тепла, при цьому для біометану відкриваються нові можливості, які в умовах України включають в себе:

- Виробництво електроенергії та тепла з біометану з використанням газотранспортної мережі. Що дозволяє виробляти електро та теплову енергію в безпосередній близькості від споживача і забезпечуватиме ефективніше використання палива за рахунок використання теплової енергії принаймні в міських системах централізованого тепlopостачання.

- Зберігання біометану в мережі природного газу для виробництва електроенергії при піковому навантаженні. Цей варіант дозволяє використовувати біометан в періоди максимального навантаження на енергосистему і тим самим знизити потребу в регулюванні електричної потужності, яке в Україні забезпечується переважно вугільними електростанціями. Біометан для цієї мети може певною мірою компенсувати недоліки ВДЕ з обмеженою можливістю регулювання, що швидко розвиваються – енергії сонця і вітру.

- Використання біометану в якості моторного палива для комунального транспорту та в сільському господарстві. Ця опція дозволяє замінити викопне моторне паливо. Це відмінна можливість для виробників аграрної продукції отримувати паливо за рахунок відходів свого виробництва. Використання біометану, як палива для громадського транспорту може значно зменшити забруднення повітря у містах. Використання біометану легковими автомобілями набирає популярності (європейський приклад – Італія).

- Заміна природного газу біометаном. Біометан може використовуватися в будь-яких цілях в якості заміника природного газу. Тобто заміщати імпортований природний газ і рідкі нафтопродукти, а також виконувати зобов'язання України щодо скорочення викидів ПГ в рамках Паризької угоди.

- Експорт біометану в ЄС з використанням Національного реєстру виробництва і споживання біометану. Основною проблемою розвитку виробництва біометану в Україні є нижча ціна на природний газ в порівнянні з вартістю виробництва біометану (зокрема і у вигляді моторного палива).

Використання можливостей Української ГТС, яка пов'язана з європейською і в перспективі віртуальний експорт біометану на європейський ринок, може підвищити економічну привабливість виробництва біометану в Україні [87]. Також варто розглядати проекти по будівництву заправних станцій і терміналів для зрідженого біометану у великих містах та продажу фермерським господарствам, що значно підвищить рентабельність продукту. Тим паче, що останнім часом деякі автовиробники виготовляють авто з двома типами споживання палива [4]: метановим та бензиновим.



Рис.2.11. Виробництво електроенергії та встановлена потужність біогазових проєктів в Україні за період 2017-2019 рр. [11]

На рис. 2.11 наведено динаміку росту [11] потужностей виробництва електроенергії, які зросли у 2,5-3 рази. А на рис. 2.12 наведено наявні БГУ з їх потужностями, видом сировини, типом використання біогазу та наявністю «зеленого» тарифу. Позитивна динаміка за останні 2-3 роки підтверджується ростом кількості БГУ з 15 одиниць на 2017-2018 роки до 27 на кінець 2019 р.



Рис.2.12. Біогазові проєкти в Україні станом на 2019 рік [11]

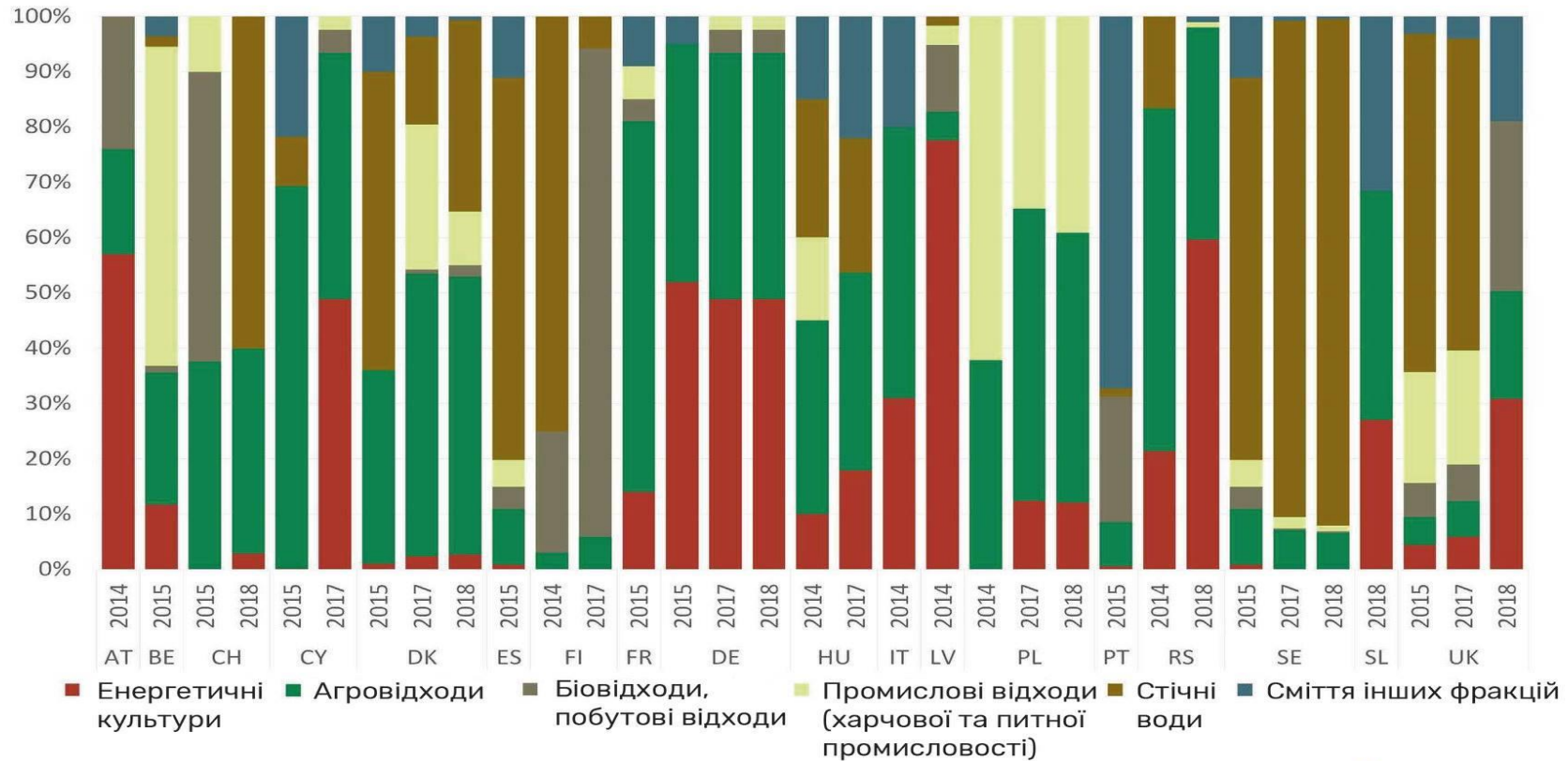
Якщо говорити про кількісне поширення, то у 2018-му кількість біогазових установок у Європі перевищила 18 000 одиниць. Це на 2% (або 419 біогазових установок) більше у порівнянні з 2017 роком. Серед країн-лідерів — Німеччина, де встановлено понад 11 000 біогазових установок, та Італія, тут функціонує близько 1700 установок. Франція має 837, Великобританія — 715, а Швейцарія — 634 біогазових установок. Загальна встановлена електрична потужність від біогазових установок у Європі зросла на 5% у 2018 році, досягнувши 11 082 МВт рис. 2.13 [53,54].

Кількість та встановлена потужність біогазових комплексів в Європі



Рис. 2.13. Кількість та встановлена потужність біогазових комплексів у Європі [54]

Сировина* для виробництва біогазу в країнах Європи, виражена у відсотках до маси



*за винятком сміттєзвалищ



Рис. 2.14. Сировина за винятком сміттєзвалищ для виробництва біогазу в країнах Європи, виражена у відсотках до маси

Середній розмір біогазових установок у європейській країні становить 0,61 МВт (2018 рік). Загальна кількість електроенергії, виробленої з біогазу в європейських країнах, становить 63 511 ГВт·год [55]. Виробництво електроенергії з біогазу продовжує зростати у багатьох Європейських країнах, включаючи: Хорватію (+234 ГВт·год), Францію (+116 ГВт·год), Сербію (+71 ГВт·год), Данію (+29 ГВт·год) та Грецію (+26 ГВт·год). Сільськогосподарські залишки (включаючи гній тварин, відходи ферм, рослинні залишки та енергетичні культури) є рушійною силою європейського ринку біогазу рис 2.14. Вони становлять приблизно 65-70% сировини біогазового ринку [54].

У більшості країн є один домінуючий тип сировини для виготовлення біогазу:

- у Німеччині, Австрії, Латвії, Угорщині та Італії енергетичні культури та сільськогосподарські залишки становлять понад 70% від усієї сировини;
- у Бельгії, Данії та Польщі промислові органічні відходи складають значну частку сировини для виготовлення біогазу та електроенергії з нього;
- у Швеції основною сировиною для виробництва біогазу є стічні води з водоочисних споруд [54].

Органічне добриво – добриво, що складається переважно з вуглецевих матеріалів рослинного або тваринного походження [41]. Найбільш поширеними видами органічних добрив сільськогосподарського походження є всі види гною та посліду, пожнивні рештки, сидерати. Дигестати з біогазових установок також є органічним добривом, яке може містити усі перераховані види органічних матеріалів у перетвореному вигляді [77].

Рециклінг органічних матеріалів у ґрунт вважається у більшості випадків найкращим екологічним підходом, що дає змогу замикати колообіги природних поживних речовин та вуглецю. Органічні матеріали є цінним джерелом основних біогенних поживних речовин (таких як азот – N, фосфор – P₂O₅, калій – K₂O та сірка – SO₃), які мають важливе значення для росту рослин, а значить стійкого розвитку виробництва продукції рослинництва. Органічні матеріали також є цінним джерелом органічних речовин, що сприяють водонасиченню ґрунтів, полегшують механічну обробку та стійкість ґрунту до ерозії тощо [77]. Тобто

загалом покращують стан ґрунту, забезпечують основними біогенними елементами та оптимізують фізико-хімічні показники.

Разом із тим, повернення органічного матеріалу в землю має бути контрольованим з точки зору, як агротехнічного ефекту (внесення повинне бути збалансованим відповідно типу та стану ґрунту, культури, що вирощується, тощо), так і екологічного ефекту (внесення не повинне призводити до погіршення санітарно-епідеміологічного стану, забруднення ґрунтів та ґрунтових вод, тощо). Відтак застосування технологій попередньої обробки органічних матеріалів є доцільним, а в ряді випадків і необхідним [77]. При цьому ефективність біодобрива є значно вищою ніж, наприклад, гною, а можливі негативні ризики на довкілля при його застосуванні є набагато нижчі.

Технологія анаеробного зброджування є одним із найбільш раціональних способів біоконверсії різних типів органічних матеріалів, зокрема сільськогосподарського походження [77]. Але при відповідній підготовці та доведення сировини до необхідних параметрів можливо утилізувати значний спектр органічних відходів.

Тим паче потрібно розуміти, що є органічні відходи, які навколишнє середовище утилізує самостійно. Але при цьому процесі є важливими параметрами площі територій на якій ці відходи знаходяться та об'єм відходів. Так у природніх умовах цей процес протікає без перевантаження навколишнього середовища. Як от на пасовищах гній тварин, який розміщений невеликим об'ємом на значних площах пасовища чи розглядаючи природній відпад деревини у лісі. Але зовсім інша ситуація коли йде мова про нагромадження значних об'ємів органічних відходів, які екосистема не здатна поглинути (наприклад, діяльність різного роду ферм).

Внесення дигестату знижує потенціал ерозії ґрунту та підвищує його продуктивність, збільшуючи вміст органічної речовини у ґрунті та покращуючи його родючі властивості, в т.ч. завдяки постачанню поживних речовин. Технологія анаеробного зброджування є по суті важливою ланкою в рециклінгу органічної сировини в сільському господарстві (рис. 2.15) [77].

Дигестат зазвичай використовується, як добриво для сільськогосподарських культур без додаткової обробки, замінюючи тим самим промислові мінеральні добрива. Однак потреба в ефективному поводженні з поживними речовинами, з огляду на обмежені можливості внесення гною в районах з високою щільністю тварин, а також виснаження світових природних запасів фосфору та калію, робить виділення та рециклінг поживних речовин з гною та інших потоків відходів дедалі важливішим для фермерів, постачальників технологій, інвесторів та стейкхолдерів [187, 77]. І в першу чергу ефективне використання ресурсів та їх застосування на виснажених територіях, що відіграє важливу роль у теорії обмежених ресурсів.

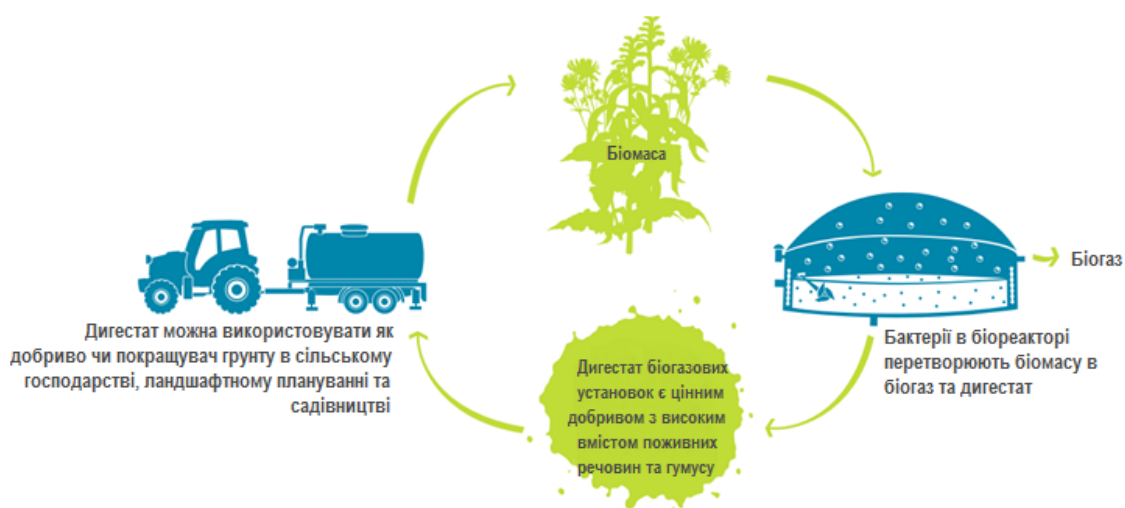


Рис. 2.15. Цикл «Органічна сировина – Дигестат» [191]

Ефективне використання органічних матеріалів, зокрема і дигестату на їх основі, є вкрай актуальним і в умовах України. Розвинений агропромисловий сектор економіки України з великою кількістю сільськогосподарських земель вимагає значних обсягів добрив. Форми господарювання і власності на землю за роки незалежності України негативно позначилися на родючості ґрунтів, що проявляється у втраті значної частини гумусу, незбалансованості вмісту поживних елементів, підкисленні та залуженні ґрунтів, дефіциті рухомих форм фосфору, калію та ряду мікроелементів, переущільненні, хімічному та радіаційному забрудненні, ерозії [102]. Причини такого стану ґрунтів криються зокрема в інтенсивному виробництві за домінуючого використання мінеральних

добрив та критичного падіння обсягів використання органічних добрив [77]. Що призводило до дисбалансу біогенних елементів, при цьому високі концентрації нагромадження одного біогенного елемента не сприяють покращення ситуації, а можуть викликати навпаки токсичну дію на рослини.

Збільшення надходження органічних добрив в ґрунт можливе за наступними напрямками:

- Збільшення обсягів внесення гною, що в свою чергу потребує збільшення поголів'я тварин.
- Збільшення частки пожнивних решток, що вносяться в ґрунт.
- Повернення поживних речовин з відходів перетвореної первинної аграрної продукції (побічна, некондиційна продукція харчової промисловості).
- Використання потенціалу деградованих земель, непридатних для ведення традиційного агровиробництва, для продукування рослинної біомаси (багаторічні трави), що буде направлятися для удобрення ріллі.
- Використання потенціалу лугових земель, газонів, для збору рослинної біомаси, що буде направлятися для удобрення ріллі [77].
- Використання потенціалу утилізації органічних відходів від діяльності готельно-ресторанного бізнесу, ринків та супермаркетів.

Збільшення поголів'я тварин з огляду на наявні тенденції на ринку тваринництва в Україні на сьогодні малоімовірне. Використання залишків/відходів перетвореної первинної аграрної продукції, як органічного добрива може бути можливим лише після попередньої обробки різними методами біоконверсії, в т.ч. компостування та анаеробного зброджування, виробництва комплексних органо-мінеральних добрив. Використання біомаси з деградованих земель та трав'яних покривів також доцільне за умови попередньої обробки (компостування, анаеробне зброджування) [77]. При цьому варто зазначити, що компостування не настільки еколого-економічно ефективний метод обробки, як анаеробне зброджування.

Внесення значних обсягів пожнивних решток в ґрунт, як спосіб удобрення має певні обмеження, що полягають в необхідності внесення азотних добрив для

збалансування C:N співвідношення та необхідності регулювання закисленості внаслідок виділення органічних кислот під час розпаду соломи в ґрунті. Згідно з даними МінАПК [102] 1 т пожнивних решток за удобрювальною цінністю еквівалентна внесенню близько 3 т гною, втім для азотної компенсації необхідно внести на кожен тону пожнивних решток 22-25 кг діючої речовини азотних добрив. Поліпшення гуміфікації рослинних решток та гною можливе як агротехнічними заходами, що реалізуються безпосередньо в ґрунті, а також шляхом попередньої обробки методами біоконверсії, в т.ч. компостуванням та анаеробним зброджуванням [77].

Згідно з даними Держстату України[20] під урожай основних сільськогосподарських культур у 2018 році було внесено 10,67 млн тонн органічних добрив. Переважну більшість внесених органічних добрив складають відходи життєдіяльності тварин (гній та послід) – сумарно 91,62% за масою (Рис. 2.16) [76].

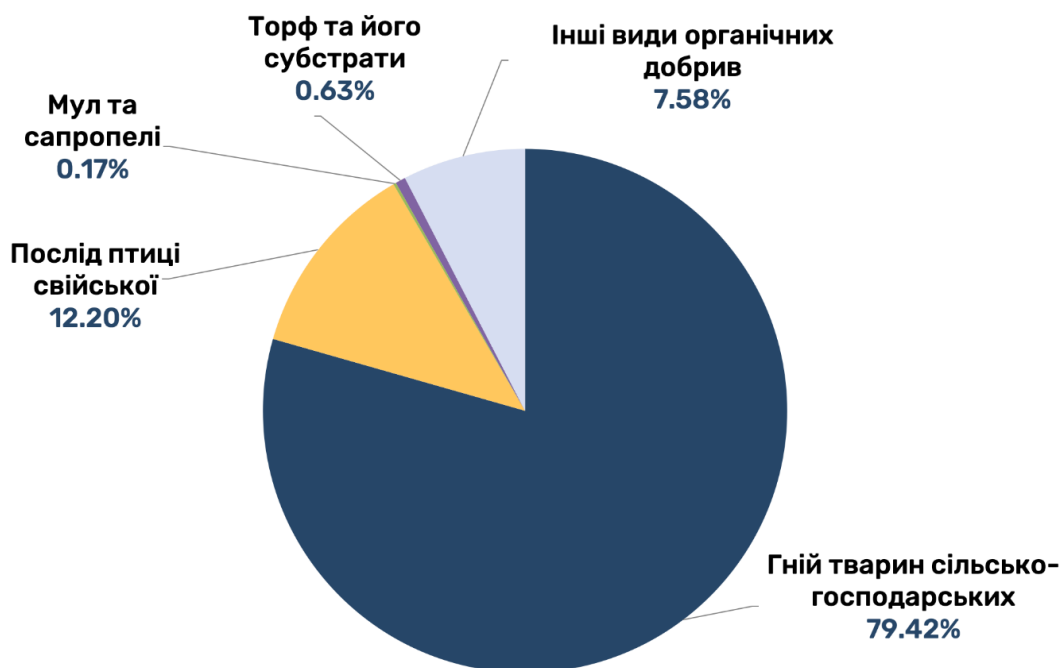


Рис. 2.16. Внесення органічних добрив в Україні за видами (2018) [76].

Використання органічних добрив природного походження, до яких відносять різні види мулів, сапропелі, торф та продукти з нього (переважно гумати), сумарно не перевищує 1% за масою, втім, їх внесок за часткою діючих поживних компонентів є очевидно більшою, оскільки такі добрива є більш

концентрованими, у порівнянні з гноївкою. Досить значну частку 7,6% складають органічні добрива, згруповані в категорію «Інші види», втім із публічної форми статистичної звітності неможливо встановити види таких добрив. Методологія статистичної звітності щодо внесення добрив не передбачає можливості оцінити фактичний внесок кожного виду органічних добрив за діючими поживними елементами (NPK), однак очевидною є поточна домінуюча роль відходів тваринництва (гною та посліду) в структурі використання органічних добрив [76]. Але при внесенні відходів тваринництва є небезпека забруднення водних ресурсів поблизу а особливо при неконтрольованому процесі. Значно менший ризик викликають біодобрива.

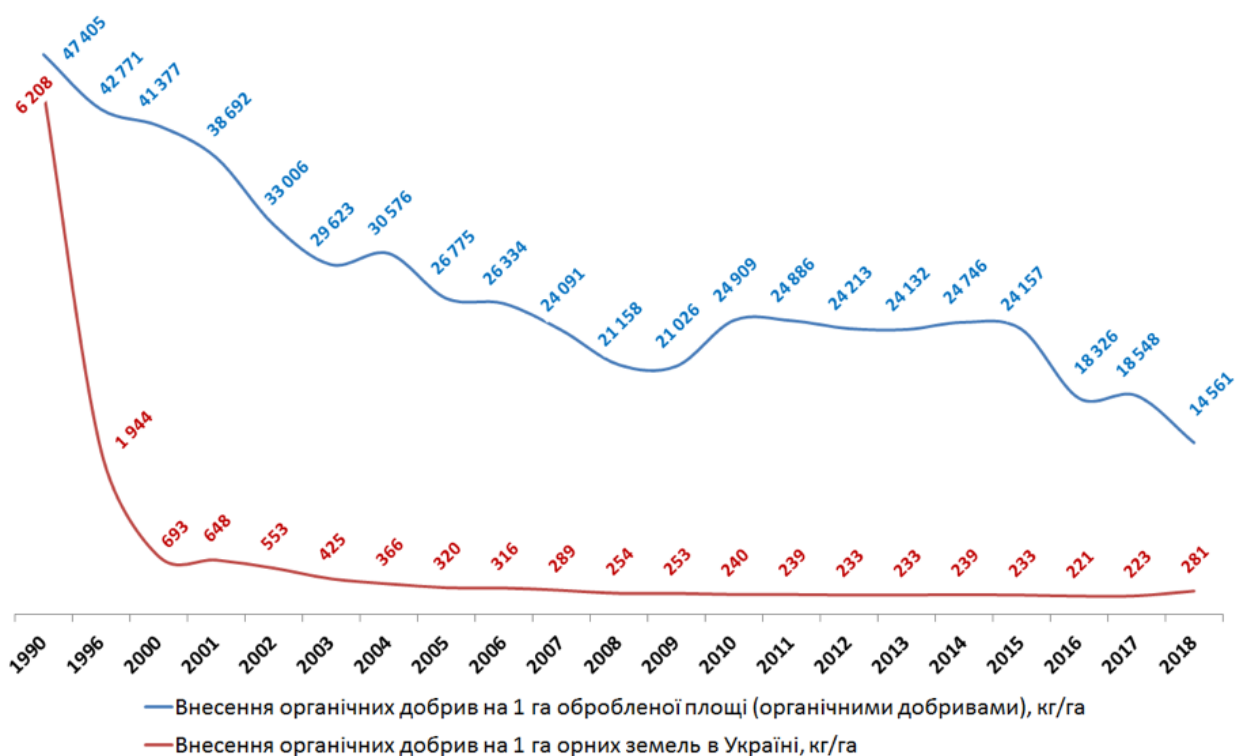


Рис. 2.17. Внесення органічних добрив в Україні (1990-2018) [76].

Важливим показником у використанні органічних добрив є також питоме їх використання на одиницю площі удобреної ними землі, а також на одиницю загальної площі ріллі в Україні (рис. 2.17). З рисунка видно, що за період з 1990 по 2000 рр. відбулося стрімке падіння обсягів внесення органічних добрив на одиницю ріллі, що добре корелюється зі зменшенням поголів'я ВРХ та свиней. Разом із тим, відбувається поступове падіння показника внесення органічних

добрив на одиницю площі, удобреною ними, мінімум якого зафіксовано в 2018 році на рівні 14,56 т/га [76].

Аналіз даних щодо використання органічних добрив на одиницю удобреної площі (органічними добривами) показує значну відмінність цього показника за регіонами України – від 1,3 т/га в Закарпатській області до 35,1 т/га в Івано-Франківській області (Рис. 2.18) [76].

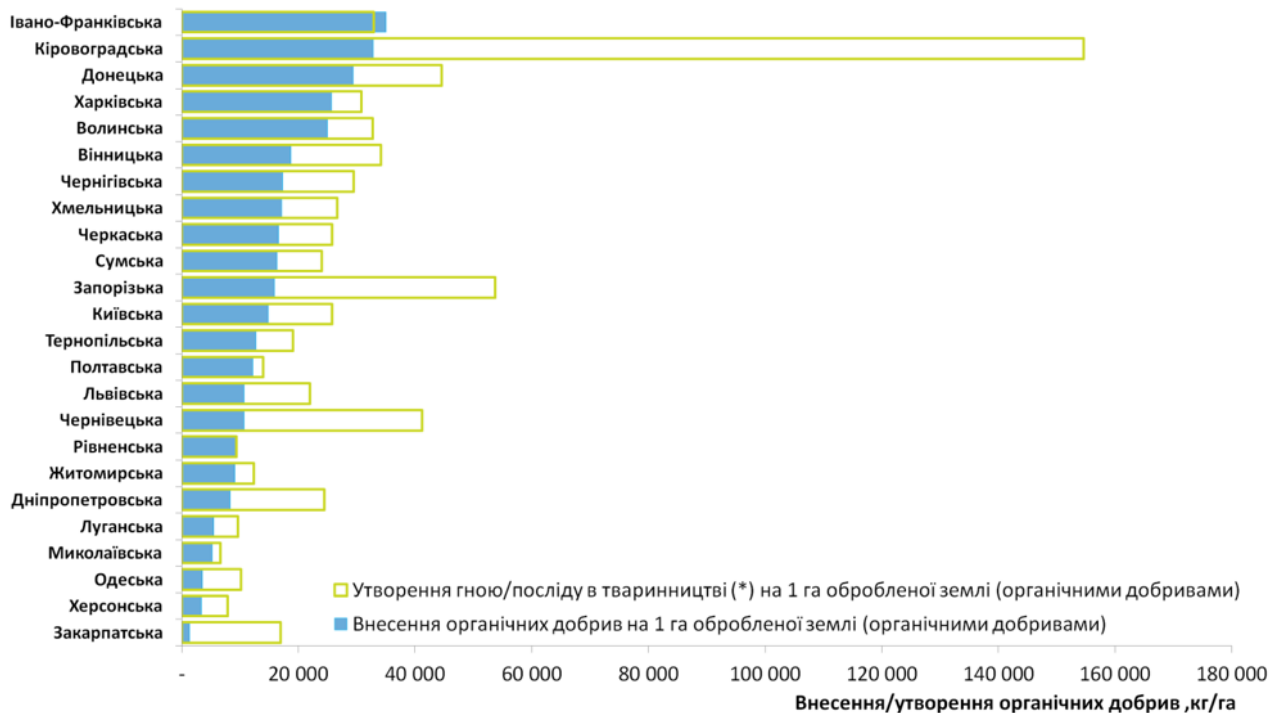


Рис. 2.18. Внесення органічних добрив та утворення гною на 1 га обробленої площі землі, за регіонами України (2018) [76]– (*) за оцінками Петро Кучерука, Юрія Матвеева – експерти Біоенергетичної асоціації України.

Співставлення розрахункових обсягів утворення гною та посліду на сільськогосподарських підприємствах, оцінених науковцями на основі наявного поголів'я тварин, та статистичних даних щодо обсягів внесення органічних добрив на 1 га удобреної площі землі показує, що для більшості регіонів спостерігається значне розходженням показників, в основному у сторону, що вказує або на неповне використання гною та посліду для удобрення полів, або ж розбіжності в методологічних підходах. При цьому утворюваний гній та послід в переважній свої масі так чи інакше вноситься в ґрунти [76]. От тільки, яка

ефективність такого удобрення та наскільки зросте урожайність від нього, у порівнянні з дигестатом, це вже інше питання.

Експорт органічних добрив з України в 2018 році становив лише 340 т. З цього обсягу 200 т експортовано гранульованого курячого посліду. Таким чином, у структурі загального виробництва органічних добрив можна знехтувати обсягами його експорту [76]. Без попередньої обробки вносити в ґрунти можна фактично лише нативну форму поживних решток (солома, стебла, тощо) та гній/канигу [130], що підтверджується домінуючою аграрною практикою та статистичними даними щодо внесення органічних добрив [76].

Правила органічного виробництва [76] в Україні допускають також внесення продуктів та побічних продуктів рослинного походження на добрива (наприклад, борошно зі шроту олійних культур, солодові ростки, тощо), а також барду [102] та екстракт барди (виняток становить амонієва барда). Внесення необробленого гною також має певні обмеження, оскільки не всі види гною мають збалансований склад за співвідношенням C:N (як правило, гній свиней, послід), мають підвищену кислотність, а відтак є ризик неповного засвоєння поживних речовин в ґрунтах та забруднення ґрунтових вод. При цьому, зберігання гною в некритих гноєсховищах в період між внесеннями в поля становить ризик потрапляння в атмосферу значної кількості парникових газів (метан, закис азоту), а, зважаючи на стан більшості гноєсховищ – також і ризик забруднення ґрунтових вод. Це явно суперечить ідеї мінімізації впливу на довкілля [76]. Тому варто звертати на це увага при прийнятті управлінських рішень і прогнозувати можливі збитки навколишньому середовищі.

Способи обробки більшості інших видів органічних матеріалів як тваринного, так і рослинного походження, а також стічних вод та їх осадів, перед їх внесенням в ґрунти, як органічного добрива чи покращувача ґрунту, передбачають їх компостування, анаеробне зброджування, екстракцію та ряд інших методів. Технологія анаеробного зброджування є одним з найбільш раціональних способів біоконверсії різних типів органічних матеріалів [76]. Раціональність полягає виходячи як з економічної, так і з екологічної точки зору.

Якщо поглянути на експорт та імпорт добрив за 2019 рік (рис.2.19 та дод. А1) взяті з статистичних даних митниці [153] (та опрацьовані автором), то тут можна побачити, що всі види окрім добрив тваринного та рослинного походження мають значну перевагу в імпорті, а не в експорті, тобто надлишку не має, а є потреба.

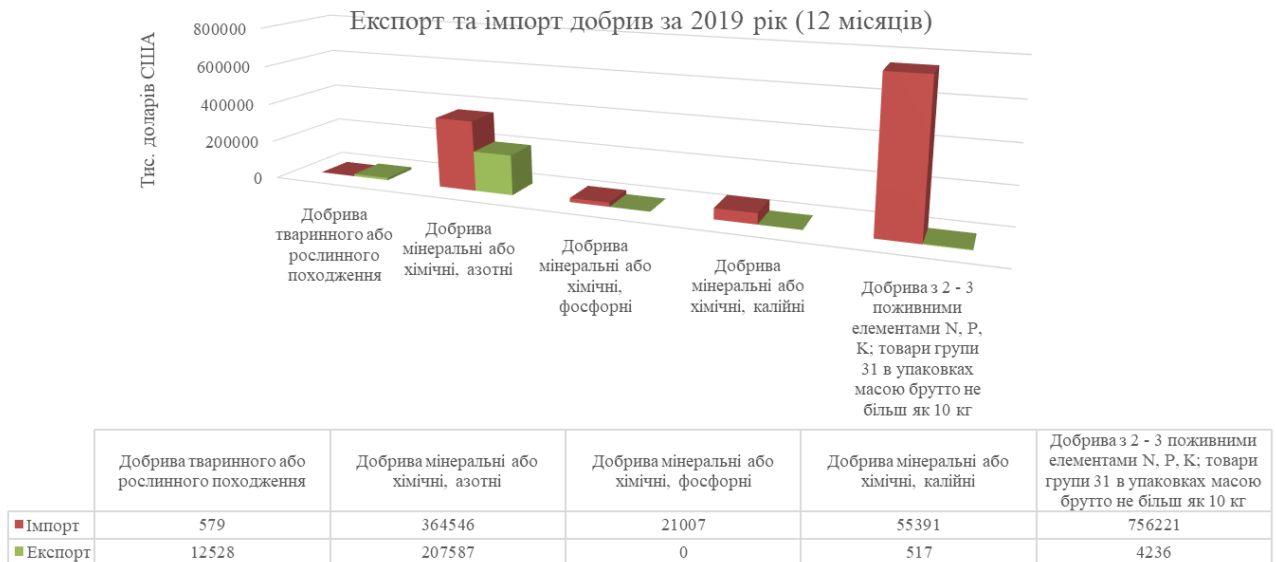


Рис.2.19. Експорт та імпорт добрив за 2019 рік (12 місяців) у грошовому еквіваленті

Щодо даних за 6 місяців 2020 року важко зрозуміти різку зміну вектору росту експорту над імпортом добрив мінеральних або хімічних, звичайно це тільки 6 місяців і до кінця року ситуація може змінитись (рис.2.20 та дод. А2). Але всі інші показники показують стабільний розподіл імпорту до експорту у відповідності до показників 2019 р. Найбільша різниця імпорту з експортом у комплексних добрив(добрив з 2-3 поживними елементами N,P,K). Потенціал до заміщення їх імпорту колосальний.

Біодобрив або дигестат – це продукт біоконверсії органічних матеріалів у процесі метанового бродіння, в результаті чого комплексна органічна речовина розпадається до більш простих органічних сполук, мінералізованих речовин, мікробної біомаси та біогазу, що складається переважно з метану (55-70%) та вуглекислого газу (30-45%) [72]. Варто підкреслити, що біоконверсія органіки

утворює два основні продукти – біогаз та біодобрива (дигестат) але у певній пропорції, яка залежності від виду сировини (органічних відходів),

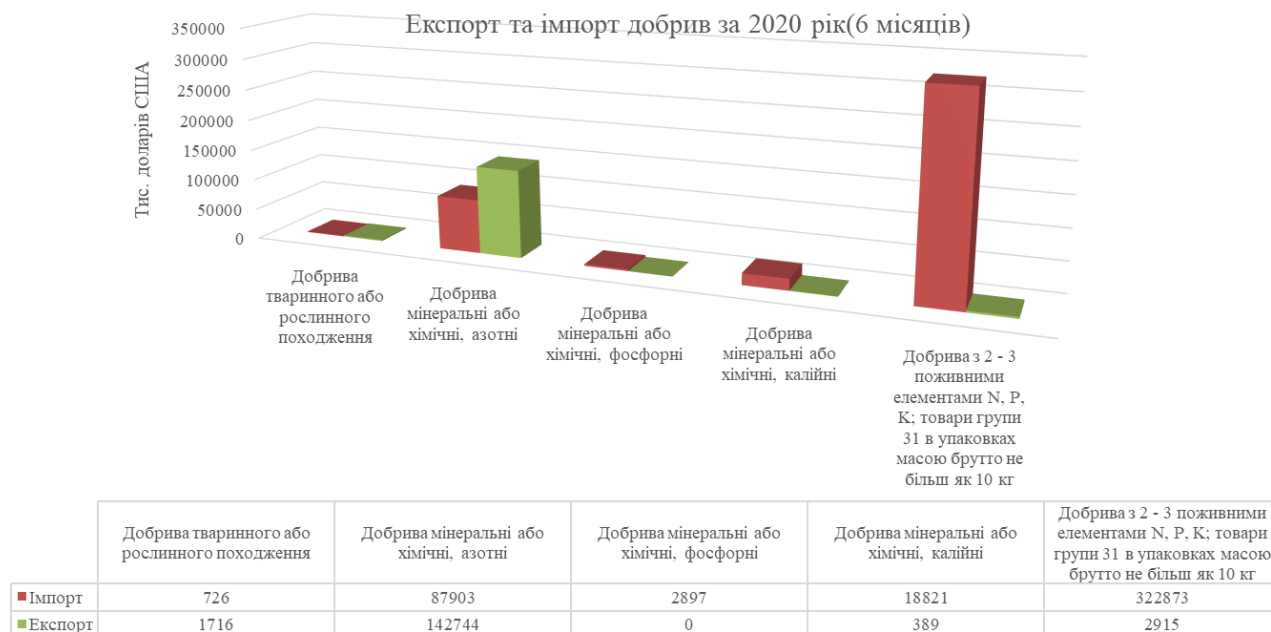


Рис.2.20. Експорт та імпорт добрив за 2020 рік (6 місяців) у грошовому еквіваленті

Типовою технологією виробництва біогазу з агросировини (гній, послід, силос кукурудзи, жом, поживні рештки, тощо) є метанове бродіння в біореакторах напівпроточного типу (Рис. 2.21) [72].

У результаті розпаду органічної речовини, процесів мінералізації та вивільнення біогазу, в порівнянні з вхідною сировиною, в утвореному дигестаті:

- Зменшується вміст сухої речовини, і відповідно підвищується вологість та знижується в'язкість. Вологість дигестату, як правило, складає 94-96%, хоча може коливатися в діапазоні 92-99%;
- Збільшується на 10-70% вміст аміачного азоту (доступного для живлення рослин). Збільшення частки аміачного азоту залежить від його початкового вмісту в сировині – менший приріст в процесі бродіння характерний гноївці свиней та ВРХ, більший – харчовим відходам та рослинній сировині;
- Зменшується співвідношення C/N за рахунок вивільнення частини вуглецю з біогазом. Оптимальне для процесу метанового бродіння співвідношення C/N на рівні 20-30 вважається оптимальним також для біоценозу ґрунту;

- Зменшується вміст патогенної мікрофлори та життєздатного насіння бур'янів у результаті одночасного впливу температури (38-40°C) та кислотності в біореакторі протягом тривалого часу (не менше 25-30 діб) [72].



Рис. 2.21. Виробництво дигестату в процесі метанового бродіння [72, 214]

У процесі метанового бродіння частина органічної речовини трансформується в біогаз, разом із чим у складі вихідної сировини зменшується вміст вуглецю (С), водню (Н), кисню (О), сірки (S) та азоту (N). З кожним виділеним 1 м³ біогазу вхідна сировина втрачає у середньому 502 г вуглецю, 114 г водню, 517 г кисню, 5 г сірки та всього 0,06 г азоту [72]. Тому біодобрива багаті на азот, а біогаз потрібно доочищувати від вуглекислого газу та сірководню.

Значна частина сірки може повертатися в дигестат, якщо очищення від сірководню передбачено в підкупольному просторі біореактора. Якщо десульфуризація біогазу проходить в окремій споруді, ефективність видалення сірководню є значно вищою, а утворюваний сірковмісний продукт може бути товарним продуктом, наприклад, для виробництва комплексних органо-мінеральних добрив. Усі інші вхідні макро- та мікроелементи у складі нативних чи перетворених сполук містяться в утворюваному дигестаті. Відтак, хімічний

склад дигестату визначається, головним чином, сумішшю компонентів, що потрапляють в біореактор, включно з сировиною для виробництва біогазу та різного роду добавками (ферменти, мікронутрієнти, реагенти, вода, тощо) [72]. Тому для отримання більш якісного (збалансованого) добрива можна корегувати співвідношення доступних видів сировини та використовувати добавки. Тому, що при більш збалансованому та комплексному вмісту необхідних хімічних елементів баодобриво має більш виражені характеристики.

Таким чином, дигестат має такі важливі для ґрунтів характеристики:

- Містить комплекс необхідних для росту рослин макро- та мікронутрієнтів (N, P, K, S, Co, Mo, Zn, Fe, Mn та ряд інших).
- Має високий вміст легкодоступного азоту для рослин (60-80% вмісту азоту загального).
- Має збалансований склад C/N (20-30).
- Має рівень Ph, близький до нейтрального (6.5-8.0).
- Не містить (мінімальний вміст) життєздатного насіння бур'янів та патогенної мікрофлори (за умови дотримання необхідної тривалості та температури процесу) [72].

Тобто анаеробне зброджування дозволяє отримати 2 продукти: біогаз, який являється енергоносієм та біодобрива. Це дуже важливі ресурси для аграрно орієнтованої країни.

Енергоносії та добрива склали за 2019 рік – 21,48% від усього імпорту України (рис.2.22). Отже, це 12,98 млрд доларів США з них – 11,7 млрд доларів США за енергоносії та 1,19 млрд [153] доларів США за добрива, які могли б наповнювати нашу економіку. Якщо говорити про групу добрив, то торговий баланс пасивний (тобто, говорить про перевагу імпорту над експортом), а сальдо складає 0,97 млрд доларів США. Щодо групи енергоресурсів, то торговий баланс теж пасивний, а сальдо складає 11,48 млрд доларів США. Можна підсумувати, що Україна енергодефіцитна країна і з розвитком агропромислового сектору має також дефіцит добрив. Ресурс для заміщення дефіциту енергоресурсів та добрив складає 12,45 млрд доларів США.

У вартості товарного біометану є три основні складові, а саме: а) вартість власне біогазу; б) вартість збагачення біогазу до біометану; в) вартість зберігання та логістики виробленого біометану [73].



Рис.2.22. Чистий імпорт паливно-енергетичних ресурсів та добрив в Україну у 2019 році. (Розраховано автором на основі даних статистики митниці) [153].

Власне проєкт з виробництва біометану буде відрізнятися від проєкту виробництва електричної та теплової енергії з біогазу тим, що замість когенераційної установки на «сирому» біогазі буде функціонувати очисна установка, з допомогою якої фізико-хімічні показники такого біогазу приводяться до необхідних для подачі в мережу ПГ або для заправки транспорту. В результаті отримують збагачений біогаз, який прийнято називати біометаном. В країнах ЄС фізико-хімічні показники біометану, в залежності від напрямку його використання, регламентуються відповідними національними стандартами, як наприклад, німецький стандарт на біометан, що подається в мережі ПГ DVGW G260/G261, європейський стандарт EN 16726:2015, а з травня 2017 року – ще й європейськими уніфікованими стандартами на біометан EN 16723-1 (для мереж ПГ) та EN 16723-2 (для транспорту). В Україні виробники біогазу можуть подавати його в газотранспортну систему (ГТС), за умови що в місці його передачі до ГТС біогаз за своїми фізико-технічними характеристиками

відповідатиме стандартам на природний газ, визначеним Кодексом ГТС [73]. Тому потрібно максимально оптимізувати процес анаеробного збродження, щоб отримувати оптимальні якісні показники біогазу з доступної сировини та виробничого обладнання.

Необхідний ступінь очищення біогазу буде, з однієї сторони, залежати від якості «сирого» біогазу, а з іншої – від діючого стандарту. Це визначатиме вибір відповідної технології очистки та собівартість біометану. На сьогоднішній день існує 4 базові технології збагачення біогазу до біометану: мембранна сепарація, абсорбція (водяна, хімічна, фізична), адсорбція при змінному тиску (PSA) та криогенна очистка. Собівартість виробництва біометану залежить більшою мірою від потужності очисної установки, меншою від типу технології [73].

Як видно з рисунка 2.23, питомі інвестиційні затрати досить близько корелюються між собою в широкому діапазоні потужностей для трьох поширених типів технологій, а саме PSA, абсорбції водою та абсорбції амінами. При невеликих потужностях очистки вигідно відрізняється мембранна сепарація, а при збільшенні потужності очистки до 900-1000 $\text{нм}^3/\text{год}$ по «сирому» біогазу різниця між вартістю різних технологій практично нівелюється і складає 1700...1850 $\text{€}/(\text{нм}^3/\text{год})$, що в 0,9-1,2 рази відрізняється від інвестицій в когенераційну установку відповідної потужності. Таким чином, інвестиції в завод з виробництва біометану та в класичну біогазову станцію з комбінованим виробництвом електричної/теплової енергії з біогазу є співмірними [73]. Тому у випадку зниження «зеленого» тарифу цілком актуальним буде перехід на реалізацію біометану замість електроенергії. Але з ростом вартості природного газу актуальність диверсифікації енергоресурсів у напрямку біометану буде рости все більше.

За операційними витратами абсорбція амінами обійдеться помітно дорожче, інші технології досить добре корелюються за цим показником в широкому діапазоні потужностей (Рис. 2.24). При збагаченні біогазу технологією PSA собівартість виробництва 1 нм^3 біометану, залежно від потужності очистки, складе від 7.6 до 14.4 євро-центів, при використанні водяного скрубера – від 7.5

до 16.8 євро-центів, амінового скрубера – від 10.3 до 19.0 євро-центів, та від 8.1 до 14.0 євро-центів – при мембранній сепарації [73].

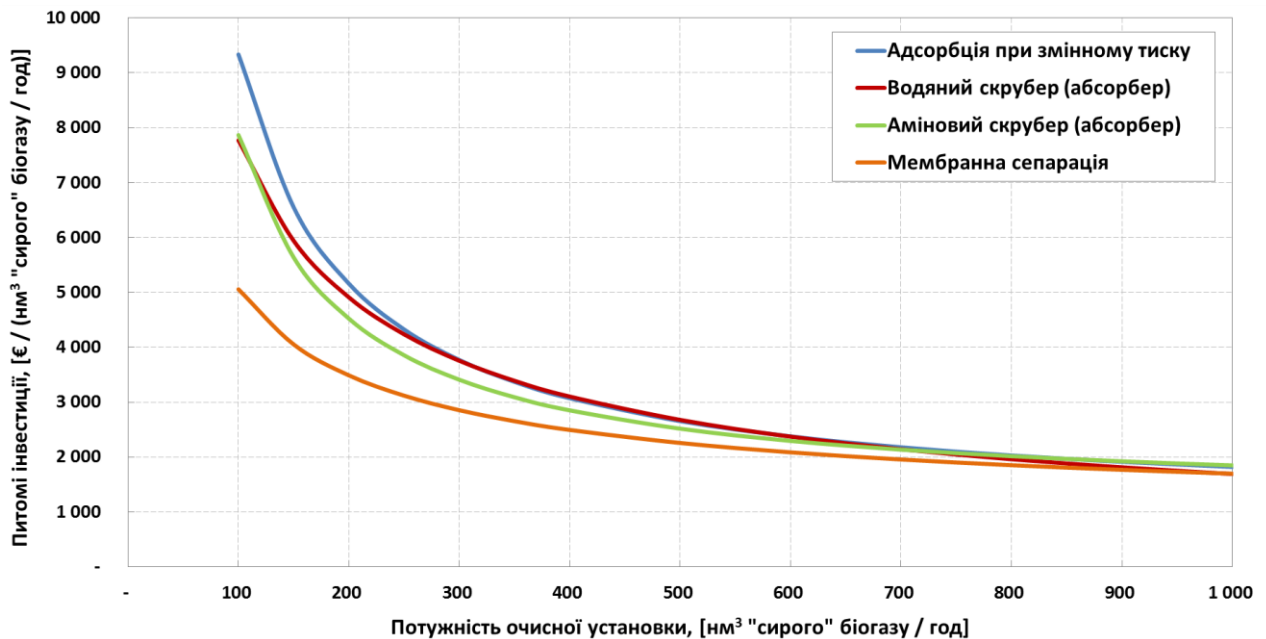


Рис. 2.23. Питомі інвестиції в установки зі збагачення біогазу до біометану[73].

У перерахунку на 1 кВт·год енергії біометану його собівартість складе 0.79-1.50 €cent/кВт·год (PSA), 0.78-1.75 €cent/кВт·год (водяний скрублер), 1.08-1.98 €cent/кВт·год (аміновий скрублер) та 0.85-1.46 €cent/кВт·год (мембранна сепарація). На кінцевій вартості товарного біометану позначиться також вартість його компримування до необхідного тиску, одоризації, моніторингу якості, коригування теплотворної здатності, а також вартість логістики. Повна собівартість товарного біометану, з урахуванням виду сировини для виробництва біогазу, потужності установки та вартості логістики до кінцевого споживача, може складати 340-570 €/1000 м³ [73]. Як видно зі збільшенням потужності вартість очищення відчутно знижується і може сприяти кооперації між фермерами та агропромисловими підприємствами для зниження собівартості біометану.

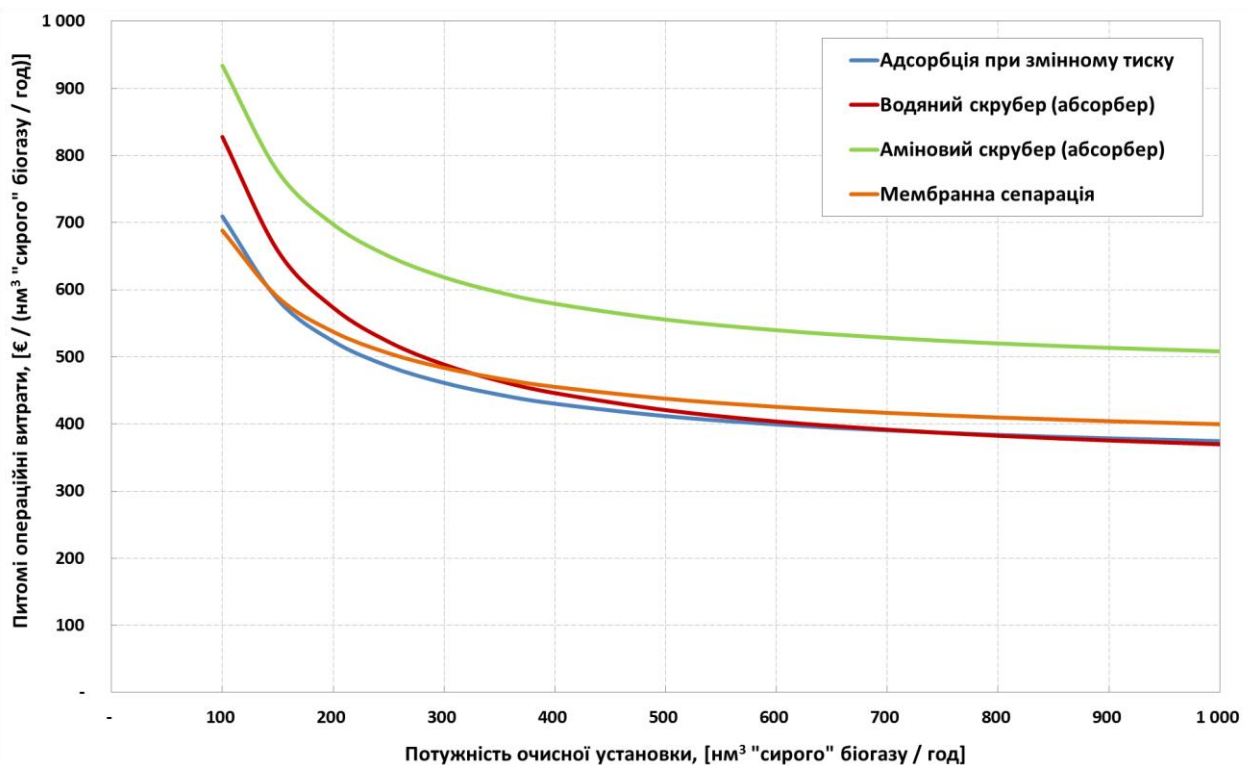


Рис. 2.24. Питомі операційні витрати на збагачення біогазу до біометану [73].

Біометан (неочищений газ) біогаз – газоподібне паливо з біомаси, відтак на нього за формальними ознаками поширюється дія Закону України 555-IV «Про альтернативні джерела енергії», зокрема в частині встановлення величини «зеленого» тарифу на електроенергію вироблену з біогазу. Таким чином електроенергію, вироблену з біометану, вже сьогодні можливо було б подавати в мережу за «зеленим» тарифом 0,1239 €/кВт·год (без ПДВ). Втім, ідея збагачення біогазу, що потребує додаткових витрат, полягає саме в можливості закачування його в мережу природного газу (ПГ). Це дозволяє в результаті підвищувати ефективність утилізації енергії біогазу за рахунок підключення постійного споживача тепла, який зазвичай відсутній поруч з виробництвом біогазу [74]. Якщо ж такий споживач є, то це забезпечує економію перш за все на логістичних витратах.

Закачування біометану в мережу ПГ має й інші переваги, як можливість його накопичення та використання у відповідному місці та часі, де і коли це потрібно. Таким чином, біометан може грати важливу роль на ринку маневрових/балансуючих електричних потужностей в об'єднаній енергосистемі України. Для створення умов використання біометану з мережі ПГ при

комбінованому виробництві електричної та теплової енергії необхідно створити національний реєстр біометану з можливістю випуску сертифікатів походження на зразок європейських сертифікатів GoO (Guarantee of Origin). В перспективі, за наявності такого сертифікату, можлива віртуальна торгівля біометаном з країнами ЄС [74]. Реалізацію варто проводити через електронний майданчик типу ProZorro, також варто надавати пільги покупцю на викиди забруднюючих речовин (CO_2 , CO), оскільки виробництво біогазу забезпечує створення балансу в утворенні забруднюючих речовин. При спалюванні біогазу утворюються парникові гази (CO, CO_2), але вони поглинаються рослинами у процесі їх росту та розвитку. Рослини споживаються тваринами, відходи від життєдіяльності тварин, залишки рослин та енергетичні культури можна переробляти на біогаз. І цикл повторюється, при цьому зберігається вуглецевий баланс.

Після запровадження системи сертифікації біометану, в будь-якому місці, де є мережа ПГ та споживач тепла (наприклад, котельні, ТЕЦ), може бути підключена газова енергетична установка з наміром використовувати біометан. Але постає питання чи буде достатнім діючий «зелений» тариф на електричну енергію з біогазу для таких установок. Варто розглянути два можливих проєктних сценарії, а саме:

1. Використання нової когенераційної установки на біометані з мережі ПГ.
2. Використання існуючої кваліфікованої когенераційної установки, що працює на природному газі [74].

Враховуючи те, що вартість нової когенераційної установки на біогазі є співмірною з вартістю установки збагачення біогазу до біометану, загальна вартість проєкту когенерації на біометані буде на 20-30% більшою, ніж проєкту когенерації на «сирому» біогазі. Операційні затрати проєкту також будуть вищими на 20-40 %, в залежності від вартості сировини. Очевидно, що для досягнення рентабельності проєкту на рівні IRR 20%, тариф на електричну енергію з біометану повинен бути вищим діючого «зеленого» тарифу на електроенергію з біогазу навіть за умовою додаткового використання тепла. Розрахунки підтверджують, що для відносно великого проєкту когенерації на

біометані з мережі ПГ потужністю 9,5 МВт електричних, з утилізацією 60% теплової енергії за тарифом 1260 грн/Гкал (без ПДВ), необхідна величина «зеленого» тарифу складає 0,131...0,174 €/кВт·год (без ПДВ), в залежності від вартості сировини [74]. Варто зазначити, що цей розрахунок проведений без врахування реалізації біодобрив та впливу її на загальну рентабельність проекту.

Когенерацію на біометані можливо використовувати в балансуєчому ринку, проте для енергетичної утилізації усього обсягу поданого в мережу ПГ біометану когенераційною установкою, її встановлена потужність повинна бути більшою, ніж при рівномірній роботі протягом доби. Так, наприклад, при роботі такої КГУ в режимі 6 годин з 24 протягом однієї доби (3 години в години найбільшого навантаження мережі зранку і 3 години – у вечірній час), її потужність повинна бути в 4 рази більшою від базової. Відповідно, вартість нової КГУ при цьому буде майже пропорційно вищою [74]. Тому потрібно шукати шляхи оптимізації робочих годин установки та оптимальної потужності обладнання для такого проекту.

Для забезпечення рентабельності проекту когенерації на біометані з мережі ПГ потужністю 9,5 МВт електричних, яка працюватиме в режимі 6/24 годин, з утилізацією 60% теплової енергії за тарифом 1260 грн/Гкал (без ПДВ), необхідна величина «зеленого» тарифу складає 0,196...0,239 €/кВт·год (без ПДВ), в залежності від вартості сировини рис.2.25. Тобто діючого «зеленого» тарифу на електроенергію з біогазу недостатньо, в проектному сценарії з використанням нової когенераційної установки на біометані з мережі ПГ у режимі рівномірної роботи протягом доби. Щодо доцільності проектного сценарію з генерацією електричної енергії в балансуєчому ринку наразі неможливо зробити однозначні висновки, оскільки балансуєчий ринок та ринок допоміжних послуг ДП «НЕК «Укренерго» ще не запрацював повноцінно [74]. При цьому зрозуміло, що вартість електроенергії для населення буде рости у найближчі 10 років. Але «зелений» тариф ще залишатиметься дотаційним, і чим різниця між ним і дійсною ціною електроенергії буде більша, тим менш привабливим видом отримання електричної енергії будуть такі проекти.

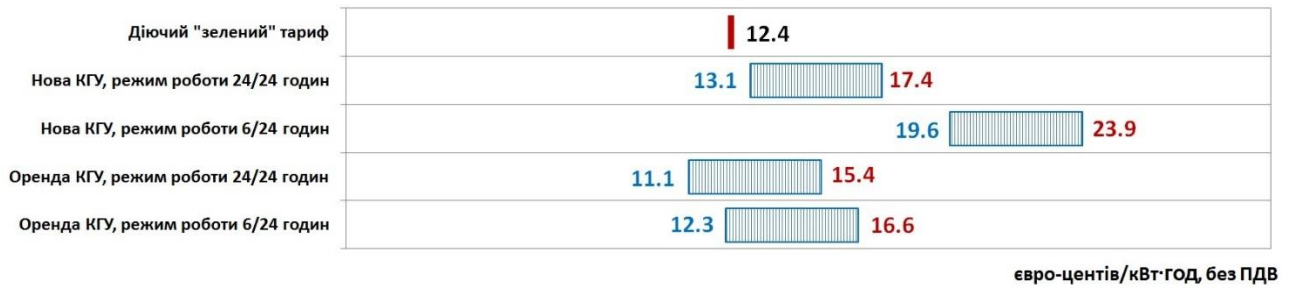


Рис. 2.25. Необхідні величини тарифу на електричну енергію, вироблену з біометану[74].

В іншому проєктному сценарії передбачається, що біометан з мережі ПГ може бути спалено в кваліфікованих ТЕЦ/КГУ на природному газі. Це існуючі та діючі паротурбінні установки з енергоблоком на природному газі (ТЕЦ) або газопоршневі установки (КГУ). В Україні в 2018 році налічувалось 28 ТЕЦ на природному газі, з них 25 ліцензованих, а також 46 КГУ, з них 25 ліцензованих. Сумарна встановлена електрична потужність ТЕЦ та КГУ складає 3546 МВт, теплова – 18547 Гкал/год (20570 МВт). Усі генеруючі потужності на ПГ працювали в 2018 році в середньому 1855 годин, з КВВП 21,5%, що говорить про їх недовантаженість та періодичність роботи [74].

З точки зору рентабельності проєкту більш перспективним може бути робота саме КГУ на біометані, оскільки вони мають більший ККД електричний і є більш маневровими, у випадку підключення їх до балансуючого ринку електроенергії. Втім це не виключає можливості використання і паротурбінних установок для роботи на біометані. Організаційно, включення існуючих кваліфікованих КГУ в проєкт когенерації на біометані з мережі ПГ може відбуватись на умовах їх оренди та покриття усіх операційних витрат на обслуговування. В такому разі, при ставці річної орендної плати на рівні 5% вартості нової КГУ, необхідна величина «зеленого» тарифу для проєкту 9,5 Мвтел в режимі 24/24 годин з утилізацією 60% теплової енергії складає 0,111...0,154 €/кВт·год (без ПДВ), а при роботі в режимі 6/24 годин – 0,123...0,166 €/кВт·год (без ПДВ). Нижні значення діапазонів відповідають нульовій вартості сировини біометану [74]. Для великих виробників агропромислового комплексу органічні відходи, які фактично є сировиною для виробництва біогазу і вони можуть

відповідати нульовій вартості. Так у деяких випадках вони можуть приносити видатки виробникові, а їх ефективна утилізація буде створювати умови для економії видатків, у такому випадку звичайно рентабельність буде рости. Але для середнього розміру фермерських господарств такий шлях використання біометану можна вважати неефективним.

Тому можна зробити висновки, що економічними передумовами використання біометану при виробництві електричної/теплової енергії будуть наступні дії:

1. Створення національного реєстру біометану та системи сертифікації на зразок європейських сертифікатів GoO.

2. Зобов'язання виробників електричної енергії з біометану з мережі ПГ утилізувати не менше 60% теплової енергії від ТЕЦ чи КГУ протягом року.

3. Встановлення спеціального коефіцієнту «зеленого» тарифу на електричну енергію, вироблену з біометану ТЕЦ чи КГУ, що працюють в режимі 24/24 годин. Величина такого тарифу повинна бути більшою, ніж величина діючого «зеленого» тарифу на електроенергію з біогазу.

4. Забезпечення гармонізації національного реєстру біометану з системою реєстрів ЄС, що дало б можливість віртуальної транскордонної торгівлі біометаном [74].

5. Забезпечення регіонів, які не мають достатніх електричних потужностей для балансуєчого забезпечення через пікові навантаження. Зокрема і інші альтернативні джерела енергії (СЕС, ВЕС, ГЕС). Для оптимальнішого підбору потужності КГУ/ТЕЦ повинна бути такої потужності, щоб 40-50% своєї потужності використовувалось на постійній основі, а ще 40-50%, як балансуєчі. Тоді цей регіон буде більш незалежний від викопних джерел енергії і це буде оптимальним варіантом щодо рентабельності такого проекту.

Газифікація сільської місцевості останнім часом якщо й здійснюється, то переважно скрапленим пропан-бутаном (газом у балонах) методом самодоставки. Існуючий на селі дефіцит палива можна зменшити завдяки такому відновлюваному і дуже потужному джерелу енергії, як біогаз. Теплота згоряння 1

м³ газу досягає 25 МДж, що еквівалентно згорянню 0,6 л бензину, 0,85 л спирту, 1,7 кг дров або використанню 1,4 кВт / електроенергії [114]. Якщо потужні біогазові установки розташовані біля населених пунктів вони можуть забезпечувати біогазом (біометаном) ці населені пункти тим самим диверсифікуючи енергоносії. Проблемою залишиться підготовка інфраструктури та пошук додаткових джерел інвестицій.

Пересічна людина практично не звертає увагу на те, скільки органічних відходів викидає практично щодня на сміття. Аналогічно й виробники промислової та сільськогосподарської продукції також не звертають уваги на те, скільки уречевленої енергії викидається на сміття у вигляді відходів виробництва [172].

За підрахунками вчених і практиків, щороку людство продукує понад 2 млрд т сміття. Це в середньому 200 кг на людину. У країнах активного споживання ця цифра сягає 2 т на рік на людину. Відходи гниють на сміттєзвалищах, забруднюють підземні води та руйнують екосистеми. У багатьох країнах світу давно замислилися над тим, як уникнути перетворення планети на великий смітник [49]. Виявляється, сміття можна переробляти знову в ресурс і робити з нього корисні речі або отримувати енергію. Вважається, що в середньому на одного жителя за рік накопичується 250 кг твердого сміття (у США – 715 кг, у Швеції – 480 кг, у Росії – 270 кг). До складу комунальних твердих побутових відходів входять: папір, картон (37%); кухонні відходи (30,6 %); дерево (1,9 %); шкіра і гума (0,5 %); текстиль (5,4 %); штучні органічні матеріали, головним чином, поліетилен (5,2 %); кістки (1,1 %); скло (3,7 %); кераміка, камінь (0,8 %) та інші (9,7 %). Що стосується України, то у середньому житель великого міста щодня викидає його у навколишнє середовище близько 1–2 кг сміття. Підраховано: щорічно жителі України виробляють 11 млн м³ побутових відходів, вони займають 260 тис. га – приблизно таку саму площу, як держава Люксембург [71]. Щодо приладів, акумуляторів та інших пристроїв, які потребують утилізації, схема дій зрозуміла. Батарейки до побутових приладів та устаткування передаються на утилізацію у відповідні місця, які передбачають прийом саме цих видів елементів живлення. Переважно такі місця розміщені в магазинах продажу

таких елементів живлення, супермаркетах, торговельно-розважальних центрах і навіть у житлових будинках.

Але ж якщо людина купила 100 кг картоплі, використала її на приготування їжі, то утворені при цьому відходи вона практично завжди викидає у сміття (ТПВ), після чого настає період їхнього гниття і це все потрапляє з сумішшю інших твердих побутових відходів до навколишнього середовища. При цьому ніхто не реалізував дану можливість і розуміння, що такі відходи – це цінна сировина, з якої можна продукувати значну кількість енергії, а також біодобриво. Ми втрачаємо явну економічну, енергетичну та екологічну вигоду, ще й збільшуємо площі під сміттєзвалищами, чим свідомо провокуємо забруднення навколишнього середовища. Тобто проблема полягає в тому, щоб розробити механізм мотивування створювачів побутових і промислових органічних відходів до їхньої переробки на цінні для людей продукти – енергію і біодобрива.

Україна (починаючи з 2012 року) посідає перше місце у світі за кількістю утвореного сміття на душу населення. Загальні обсяги відходів, які накопичилися за роки незалежності в нашій країні, за різними підрахунками, сягають 30 млрд тонн. Так, за даними Мінрегіонбуду від березня 2015 року, загальні обсяги утворення лише твердих побутових відходів (ТПВ) сягають понад 11–12 млн т щороку. А відповідно до звіту Національної комісії з питань регулювання в галузях електроенергетики та комунальних послуг, опублікованого на офіційному сайті відомства, з 2010 до 2015 року темпи приросту сміття становили 10–15 % за обсягом та вагою відповідно. Тому сьогодні Україна вийшла на рівень приросту сміття в обсязі 15 млн т на рік [182].

У процесі нагромадження значних обсягів органічних відходів відбувається самовільне продукування істотних об'ємів метану, що супроводжується забрудненням водних ресурсів і ґрунтів нітратами, нітритами, фосфатами. При цьому також здійснюються викиди в довкілля речовин із характерним неприємним запахом (сірководень, аміак, індол, скатол, меркаптани, наприклад, метантиоли) на сміттєперевантажувальних станціях, полігонах ТПВ, сміттєсортувальних лініях, і компостувальних заводах при дозріванні компосту. Із

первинного сміттевого матеріалу на звалищах органічних відходів можуть утворюватися, крім різних забруднюючих газів, і токсичні речовини – діоксини.

Одним із природних способів руйнування діоксинів є використання впливу мікроорганізмів, наприклад, типу *Arthrobacter*, які розщеплюють вуглеводневі кільця зазначених надтоксичних сполук. Встановлено також, що деякі гриби, наприклад, *Phanerochaete chrysosporium* (збудники «білої гнилі»), в аеробних умовах також розкладають діоксини без шкоди для себе [81].

Найбільшу масову частку побутових відходів складають органічні відходи: кухонні, харчові, садові, а також вологі і забруднені відходи паперу. Органічні відходи можуть бути чудовим добривом і не потребують захоронення на полігоні ТПВ. Якщо сміття змішане з органічними (мокрими) відходами, його сортування значно ускладнюється, а ефективність сортування й переробки зменшується. Найефективнішими та економічно виправданими є сортування і переробка органічних відходів на місці з подальшим вивезенням продукції цієї переробки. При переробці органічних відходів можна також отримувати якісне та високоефективне добриво. При цьому фізичний об'єм відходів після переробки зменшується у 2–3 рази [109]. Тобто, якщо ми сортуватимемо відходи, збиратимемо їх та перероблятимемо у біогаз та біодобрива, це приведе до зменшення «сміттевого пакета» населення на 30 %. Це відповідно значно поліпшить ситуацію як у сфері управління відходами, викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище, так і в енергетичній галузі, а також призведе до зменшення площі під полігонами ТПВ й активно сприятиме зрівноваженому розвитку сільських і міських територій [172].

У Німеччині органічні відходи тримають у окремому контейнері для якого є спеціальний біодеструктивний пакет та викидають його у відповідний бак для органіки. І це ж теж вивіз відходів за який платить населення, але при цьому це і ефективний бізнес, який буде повноцінно окуповуватись та приносити хороший дохід. Переробку відходів варто розглядати зі сторони життєвого циклу продукту (LCA). Що в свою чергу забезпечить переробку по типу відходів і дозволить досягти загальної ефективності біля 90 %. Спершу вони були вирощені сільським

господарством та оброблені легкою промисловістю, після чого їх споживає людина, а відходи викидає. Ми бачимо чіткий ланцюг їх утворення та бачимо можливість продовжити цей ланцюг до утилізації відходів від даних продуктів, при цьому отримати 2 актуальних продукти та одну послугу. Тобто, переробляти органічні відходи у біогазових комплексах на біогаз та біодобрива при цьому виконувати послугу утилізації (переробки) відходів, яка зменшує утворення парникових та інших забруднюючих газів у порівнянні із методом компостування.

Якщо говорити предметно, то згідно зі статистикою кожна середня сім'я викидає 300–700 кг органічних відходів за рік. Переробляючи дані відходи у біогаз можна зменшити кількість відходів та сформувати замкнутий цикл споживання й повну оборотність продукції сільського господарства. Там, де щільність населення велика, тобто у містах та містечках, ефективно будувати середні й великі (в мегаполісах) біогазові установки, вводити операцію сортування сміття, тобто всі органічні відходи від приготування їжі поміщати у спеціальні контейнери, які після їх заповнення замінюються на нові. Заповнені контейнери відправляються на вивантаження у бункер запасу, з якого автоматично частина органічних відходів відбирається у біогазову установку для бродіння. Крім розв'язання проблеми утилізації відходів, при цьому отримують біогаз та біодобрива. Із біогазу можна отримувати електро- й теплоенергію у тій пропорції, в якій буде потреба. Також не потрібно забувати про відходи органічної продукції з великих супермаркетів та овочево-фруктових ринків, які можуть становити колосальні об'єми сировини для біогазової установки на кожен день. Отримана з біогазу енергія може значно зменшити споживання газу на утворення теплоенергії у великих містах [172].

Однією з актуальних проблем у нашій країні восени є спалювання опалого листя, а навесні – торішньої трави. У пік осіннього спалювання листя, повітря у великих містах стає важким і гірким, що призводить до збільшення випадків захворювань дихальних шляхів. Ситуація ускладнюється ще й сезонними особливостями погодних умов: безвітряна погода, підвищення кількості туманних днів, висока вологість. Це сприяє тому, що дим не піднімається вгору, а стелиться

низько над землею, вкриваючи не лише територію підпалу, а й прилеглі до неї райони. При цьому це опале листя є цінною відновлюваною органічною сировиною, яка щорічно накопичується і може бути використана для отримання енергії та добрив [159]. Будь-який органічний матеріал – незалежно від того, чи це частини рослин, кістки тварин або продукти органічного синтезу – згораючи, повинен утворювати одне й те саме: вуглекислий газ, водяну пару і незначну кількість оксиду азоту. Проте відбувається це тільки за дуже високої температури і достатньої кількості кисню. Якщо матеріал має навіть незначну вологість, температура його згорання знижується. Таку ситуацію можна спостерігати, коли горить опале листя й трава: тільки сама верхня частина купи отримує досить кисню, тоді як середні шари тліють і димлять, виділяючи токсичні й просто шкідливі для здоров'я хімічні речовини [32].

Основна складова диму – окис вуглецю, або чадний газ. Підраховано, що тонна тліючих рослинних решток у середньому виділяє близько 30 кг CO₂. Рівень чадного газу біля тліючої купи листя так само високий, як і на міській вулиці з інтенсивним рухом. У поєднанні з іншими забруднювачами, такими, як промислові викиди або вихлопні гази, токсична дія чадного газу значно зростає порівняно з дією окремих компонентів [32].

Крім того, дим сприяє активнішому утворенню туману, при цьому з ним і змішуючись. У сирі, туманні дні мікрочастки, з яких складається дим, міцно зв'язуються з парами води, утворюючи «смог», який особливо шкодить органам дихання. Вплив димових часток на організм залежить, головним чином, від їхнього розміру. Великі частки (понад 10 мкм в діаметрі) вловлюються носовим слизом і глибше не проходять. Дрібніші частки можуть досягати легень і шкода, завдана ними, є набагато значнішою [111]. Тонна рослинних відходів, спалених у тліючому вогнищі, генерує близько 9 кг цих мікрочасток. Мікрочастки, що виділяються під час згорання листя, зв'язуються з водяними парами і значно затрудняють функціонування альвеол легень, адже змішаний з туманом дим у набагато більшому обсязі осідає саме в легенях. І чим менша частка, тим швидше вона проникає всередину, і тим більшу шкоду людському організму може завдати.

Особлива небезпека неповного згорання рослинної тканини полягає в тому, що її основа – целюлоза (природний полімер) – розпадається на фрагменти з коротким вуглецевим ланцюгом або утворює поліциклічні з'єднання. Найбільш небезпечний вплив на людину справляють ароматичні поліциклічні вуглеводи (ПАВ), наприклад, бенз(а)пирени, бензантрацени та інденопирени, багато з яких є дуже сильними канцерогенами. Дим деревини, що горить, – значний забруднювач. Дим вогнища містить 70 частин на мільйон канцерогенних бенз(а)пиренів – це є приблизно в 350 разів більше, ніж у тютюновому димі [32]. Тому спалення листя та трави є вельми негативним явищем і дія його в першу чергу зачіпає людину, біля якої спалюється цей органічний матеріал, але при поширенні диму і на навколишнє середовище.

Видалене з території міста листя недоцільно вивозити на полігони твердих побутових відходів, адже його можна ефективно утилізувати, інакше кажучи, застосувати з користю. Його цілком можна переробляти в біогаз на біогазовій установці разом з іншими органічними відходами, при цьому ще й мати додаткову кількість сировини на початку опалювального сезону, тобто отримати більший об'єм біогазу й біодобрив. Для цього потрібно задіяти превентивну функцію, спрямовану проти спалювання листя, тобто забруднення навколишнього середовища або нагромадження цих органічних відходів у формі опалого листя на сміттєзвалищах. Взагалі опале листя можна також використовувати у вермикультивуванні, компостуванні (як промислового, так і місцевого), переробці на паливні гранули чи брикети, для виготовлення волокнистих, стружкових та гіпсових плит [32]. Також варто зазначити, що є цікава ідея щодо виготовлення еко паперу. Звичайно поширенішим є спалювання листя за межами міст, а у межах міст – вивезення на сміттєзвалища, де відбувається повільний розклад органічного субстрату та інтенсивне розширення площ самого сміттєзвалища. За такого розкладання органіки ми втрачаємо тепло, а також біогаз, який складається переважно з метану. При цьому також втрачається можливість компостування цього листя внаслідок погіршення його компостоутворювальних властивостей. Щодо ідеї нагромадження листя біля

дерев і сприяння нагромадженню поживних речовин, то тут є один важливий небезпечний чинник, а саме – можливість зимівлі у ньому шкідників та поширення хвороботворних організмів, які можуть вражати все більше насаджень.

Компостування та вермикультивування як вид переробки листя є досить недорогим за вартістю переробки й простотою виконання, інвестиції для запуску такого проєкту також є мінімальними. Але він має й низку недоліків. По-перше, сезонний характер – листя потрібно прибирати раз на рік, тобто сировину ми масово нагромаджуватимемо раз на рік, що є не надто цікавим з економічної точки зору. По-друге, нагромаджені й невикористані запаси листя мають властивість помаленьку гнити, виділяючи сірководень, метан та гнильні гази, які мають неприємний запах, тому такі ферми потрібно розташовувати подалі від населених пунктів. У свою чергу, значна віддаленість від сировинних пунктів зменшуватиме рентабельність і в кінцевому результаті ми ще й забруднюємо (ПГ) атмосферу. Звичайно, цей вплив можливо мінімізувати при вермикультивуванні, але не повністю. І, по-третє, ми втрачаємо значну кількість енергії, яка може утворитися при виробництві біогазу. Тобто вказані методи не дають нам того еколого-економічного ефекту, який забезпечує переробка листя на біогаз. Листя при цьому виступає у ролі додаткової сировини перед або під час опалювального сезону, коли потреби в енергоресурсах значно зростають.

Така ж ситуація буде і на фруктових фермах, тільки гостріше постає питання шкідників, які можуть зимувати, та є ще наявність плодів неналежної якості, які збільшують об'єм органіки, яка перегниває. Схожою ситуація є в господарствах з бадиллям від картоплі. Але запуск біогазової установки на період переробки не є рентабельним. Тому варто укласти угоду для співпраці з діючими біогазовими комплексами, які розташовані неподалік. При цьому потрібно розраховувати витрати логістики, щоб вони дозволяли реалізувати проєкт і не призвели до падіння рентабельності до 0. При цій діяльності потрібно подрібнити органічну масу, щоб забезпечити оптимальніші умови для навантаження транспорту та знизити логістичні затрати. Після процесу підготовки до

транспортування та доставки отримуємо можливість переробляти відходи у біогаз, а також рідкі та сухі біодобрива. Крім цього, існує можливість надлишок або ж всю кількість біогазу перетворювати на енергію як теплову, так і електричну, у потрібній пропорції, виходячи з конкретної потреби, що сприяє економічній привабливості такого варіанта утилізації. Можливості регулювання енергетичного балансу, тобто накопиченню й використанню утвореної енергії, а також не має додаткових забруднювальних газів, парникових газів і неприємного запаху [172].

Зазвичай відходи від тваринницьких підприємств створюють більшу небезпеку забруднення водних ресурсів, шкідливого впливу на стан санітарії відповідних територій, мають значно неприємніший запах, а також приваблюють мух та інших шкідливих комах. У свою чергу це має вираженіший негативний вплив на навколишнє середовище, зменшує ефективність галузі тваринництва, оскільки шкідливі комахи є стресовим фактором для тварин [110]. І якщо не вживати превентивних заходів, це призводить до низки проблем зі санітарією, що у свою чергу негативно впливає на здоров'я поголів'я та його продуктивність і відповідно й дохідність галузі. А це, звичайно потребує додаткових часу й грошей на усунення низки взаємопов'язаних проблем, якщо не утилізувати гній у герметичному резервуарі, наприклад, у біогазовому метантенку та отримувати легкозасвоювані добрива, очищені від патогенних мікроорганізмів .

Цінність одержуваного при цьому біодобрива полягає ще й у тому, що за перепрівання гній втрачає частину нітратів і нітритів, які в надлишку містяться у гної домашніх тварин і птахів. У процесі ферментації вони зброджуються в аміак і метан. У збродженій масі містяться корисні фосфор, калій і азот, які повністю залишаються у біодобриві. Основна перевага анаеробного збродження полягає у збереженні в органічній або амонійній формі практично всього азоту, що міститься у вихідній сировині. За традиційних способів приготування органічних добрив (компостування органічних решток) втрати азоту становлять до 30–40 %. Анаеробна переробка гною порівняно з незбродженим гноєм учетверо збільшує вміст амонійного азоту (20–40 % азоту переходить в амонійну форму). У

результаті зброжений гній порівняно зі звичайним в еквівалентних дозах підвищує врожайність сільськогосподарських культур на 10–20 %. Висока рентабельність біогазових технологій забезпечується одночасним виробництвом високоефективних органічних добрив, 1 т яких (за ефектом «на врожай») рівноцінна 70–80 т природних відходів тваринництва й птахівництва. Шлам можна розділити на дві фракції – рідку і тверду – за допомогою шнекових прес-сепараторів. І та, й інша є добривом. Рідка фракція гною після анаеробної переробки зазвичай відповідає вимогам органів охорони природи до якості стічних вод. Його можна відразу ж використовуватися як добриво для прикореневого підживлення сільськогосподарських культур [150].

У підтримці екологічної рівноваги в ґрунтах найвагомішу роль відіграє ресурс гумусу, який є живильним середовищем для ґрунтотворних мікроорганізмів, що стимулюють живлення рослин, їхні ростові процеси. Основу гумусу складають рештки органіки рослинного походження: фракції, що найменше розклалися, фракції, що продовжують розкладатися, комплексні органічні речовини, які утворилися в результаті здійснення гідролізу й окислення, і речовини, котрі є результатом життєдіяльності мікроорганізмів. До складу гумусу входять гумінові кислоти, фульвокислоти і солі цих кислот, а також гумін – стабільні з'єднання гумінових, фульвокислот, кислот із ґрунтовими матеріалами. Гумін має значну питому поверхню (600–1000 м²/г) велику адсорбційну здатність. За внесення до ґрунту невеликої кількості гумусу, порівняно з іншими добривами, змінюється склад і структура мікрофлори. Це у свою чергу веде до зміни мікробіологічного режиму в ґрунтах, посилення процесів перетворення речовин та енергії. У результаті прискорюються обмінні процеси, задіюються нові цикли розвитку мікрофлори, зокрема, посилюється діяльність азотфіксуючих бактерій. У підсумку збагачується живильне середовище. Ґрунти, на яких вносять гумусні добрива, характеризуються такими ознаками:

- підвищується рухливість ґрунтового фосфору;

- активуються процеси нітроутворення в ґрунті, що у свою чергу сприяє значному зростанню загального й білкового азоту, збільшенню виділення вуглекислоти ґрунтом;
- прискорюється введення аміачних і амідних форм азоту, фосфору в рослини;
- підвищується концентрація калію, алюмінію за зниження кількості магнію, тобто гумати істотно впливають на вміст і динаміку ґрунтових катіонів [150].

Гумінові речовини, які є результатом розкладання органічних речовин, беруть активну участь у всіх важливих процесах ґрунтоутворення й формування ґрунтової родючості. Основним показником стану ґрунтів є вміст органічної речовини, оскільки вона має істотний вплив на покращення фізичних, хімічних й біологічних властивостей ґрунту, сприяє родючості. Також органічні речовини мають низьку теплопровідність чим запобігають швидкій віддачі тепла з ґрунту в атмосферу та зберігають температурний режим [150]. Для населення, яке живе в селах і приватних будинках за межами міста, існує можливість застосування невеликої біогазової установки для утилізації органічних відходів. Ізраїльські винахідники пристосували малу біогазову установку до потреб населення, вона чудово підходить для невеликих домашніх господарств, заміських будинків, де будь-які органічні відходи від приготування їжі чи гній тварин можуть бути використані, як сировина для отримання біогазу та біодобрива. При цьому ціна такої установки коливається в межах 900 доларів США (650–760 доларів сама установка й додатково доставка – 80–140 доларів США). Установка працює майже повністю автономно й автоматично, тобто шляхом її елементарного заповнення щодня органічними відходами від 2 до 6 л та відходами тварин до 20 л за наявності оптимальних температурних умов на добу. Ця установка змінює процес споживання людиною товарів та енергії:

А. Лінійне споживання (звичайний):

1. Споживання газу для приготування їжі (утворення CO₂);
2. Споживання їжі;

3. Органічні відходи, які потрібно утилізувати (від приготування, зберігання, та залишків після споживання).

Б. Замкнутий цикл (споживання та виготовлення вторинної сировини, еколого-економічно ефективно):

1. Споживання газу для приготування їжі (утворення CO₂ нівелюється його споживанням при рості рослини);
2. Споживання їжі;
3. Органічні відходи, які потрібно утилізувати (проведення анаеробної ферментації);
4. Отримання біогазу та використання його для приготування їжі;
5. Отримання біодобрих, які можна використовувати для вирощування сільськогосподарських культур та інших рослин.

Піонери виробництва побутового біогазу зробили можливим у домогосподарстві ефективно перетворювати відходи на цінну сировину. Історія системи HomeBiogas починається з трьох давніх друзів і місії зробити вільну, відновлювану енергію доступною кожному у світі. Після чіткого аналізу й тестування існуючих конструкцій біогазової установки стало очевидно, що традиційні системи мають значні обмеження. Ошик Ефраті, Яер Теллер та Ерез Ланцер (2018) вирішили модернізувати технологію і створити ефективний й міцний генератор біогазу, який би легко встановлювався і був доступним для всіх. У 2012 році вони створили установку HomeBiogas. Початковий прототип HomeBiogas тестували у 2014 та 2015 роках у бедуїнських селах і палестинських громадах. У 2016 році система HomeBiogas першого покоління стала комерційно доступною, залучаючи клієнтів із понад 40 країн світу. Подальші дослідження, доопрацювання та оптимізація процесів призвели до створення найсучаснішої моделі, яка була дешевшою, легшою у встановленні та більшої потужності для переробки відходів та виготовлення біогазу – HomeBiogas 2.0 [47].

У середньому 1 кг / 2,2 фунта харчових відходів дає близько 200 л або 7 кубічних футів газу, тобто це є 0,2 м³, що генерує приблизно 1–2 години приготування їжі над високим полум'ям. Отож, на 6 л / 1,58 галонів харчових

відходів можна здійснювати процес 1–3-годинного приготування їжі на газу щодня – ідеальна кількість для трьох прийомів їжі. Щоб запустити установку HomeBiogas, можна скористатися одним із двох способів: 1) природним шляхом, використовуючи 100 л гною тварин із місцевої ферми, або 2) можна придбати бактеріальний комплект [47].

Щороку, завдяки використанню біогазової установки HomeBiogas, можна вилучати з обороту тонну органічних відходів, а також зменшувати шкідливі викиди, еквівалентні шести тоннам вуглекислоти (CO₂). Використання HomeBiogas може компенсувати викиди вуглецю при використанні автомобіля. HomeBiogas ідеально підходить для сімей різного розміру. Він не призначений для промислового використання або для таких закладів, як готелі чи великі ресторани, які продукують досить значну кількість органічних відходів, з якими ця установка не в змозі впоратися[47,172].

У свою чергу для еко-сіл, громадських центрів та освітніх організацій, HomeBiogas є великим екологічно-освітнім інструментом. Це, так би мовити, частина пермакультури в дії, яка ідеально підходить для міні-ферм, а також центрів з дрібним тваринництвом. HomeBiogas також можна використовувати в міських умовах, розташовуючи на дахах будинків. Установка може наочно показувати складний процес та формувати засади екологічної освіти, а також зацікавлювати у напрямі збалансованого розвитку [172].

Система працює оптимально в місцях зі середньою температурою денна / нічна понад 17 °C (64 F). За такої температури вона знижуватиме свою продуктивність, для оптимальної продуктивності температура повинна бути вища за 20 °C. HomeBiogas не може працювати на територіях із холодним кліматом. Розробники ще працюють над цією проблемою. Щодо під'єднання будь-яких побутових приладів, у тому числі газової плити чи газової печі, її потрібно модифікувати для підтримки біогазу[47,172].

Розробники рекомендують встановлювати HomeBiogas на відкритому повітрі, тому що, після того, як газовий резервуар повністю заповниться (700 л), будь-який надлишковий газ буде викинутий в атмосферу. Але це легко виправити,

додавши в систему ще один резервуар, хоча розробники більше зацікавлені у використанні денного запасу газу [172].

На відміну від описаної установки, компостери зазвичай придатні для переробки відходів із газонів, листя, деревних стружок і віходів від вегетаріанських страв. Із багатьох причин компостери не підходять для кухонних відходів, таких як м'ясо, риба, олія та жири. HomeBiogas може доповнити компостер або ж навіть замінити його, оскільки він перетворює всі органічні відходи, навіть ті, які компостер не може переробити, а також забезпечує генерування газу та рідкого добрива для негайного використання. При цьому не відбувається забруднення парниковими газами атмосферного повітря та нівелюється вплив на розвиток парникового ефекту.

У наших кліматичних умовах потрібно додатково забезпечити оптимальні температурні умови і для цього найкраще підійде незадіяна частина парника (теплиці) або ж господарські приміщення, основне – щоб при цьому була можливість опалення та хороша термоізоляція. Систему HomeBiogas належить розмістити так, щоб взимку устаткування отримувало максимум тепла від сонця для зниження затрат на опалення. Для цього доцільно додати ще один резервуар для біогазу та вивести скидну трубку на вулицю. Розробники також пропонують використання водонагрівача, який застосовують в акваріумах для підігрівання резервуару. У разі відсутності можливості підвищити температуру до 20 °C (68 F) слід припинити функціонування системи доти, доки середні температури не збільшаться до 20 °C (68 F), і сплячі бактерії знову пробудяться в теплому середовищі. Коли температура підвищиться, потрібно знову подавати у систему 3 л сировини на день і поступово збільшувати порції до 6 літрів (процес повинен тривати близько 2 тижнів). Що ж до ситуації, якщо температура опуститься нижче від температури замерзання, то належить злити щонайменше 200 л рідини зі системи. Коли температура знову підвищиться до 20 °C, потрібно заповнити агрегат, а потім поступово збільшувати кількість сировини на переробку (до 6 л на день протягом двох тижнів [47,172]).

HomeBiogas – це зручний пристрій, який використовує природні бактерії для перетворення всіх харчових відходів на чистий, поновлюваний біогаз для приготування їжі та рідких добрив прямо на задньому дворі садиби. Він чудово зможе забезпечувати щоденні потреби невеликої сім'ї. А в масштабах країни – це є значні об'єми газу, які йдуть для домогосподарств на приготування їжі. Якщо врахувати, що за день роботи такого біогазового устаткування продукується близько $0,2 \text{ м}^3$ біогазу, за місяць – 6 м^3 , а за рік відповідно 72 м^3 , то при вартості газу $8,55 \text{ грн/м}^3$ річна економія складатиме $615,6 \text{ грн}$. При вартості газу у розмірі $12,4 \text{ грн/м}^3$ – $892,8 \text{ грн/рік}$. Що ж до кількості біодобрива, то продукується $2\text{--}3 \text{ л}$ на день, ціна 20 л каністри – близько $105\text{--}110 \text{ грн}$ [13]. Тобто $5,4 \text{ грн/л}$, а за місяць ми отримуємо 75 л , за рік – 900 л , що еквівалентно 4860 грн/рік . Виходячи із цін на $02.01.18$ в сумі ми отримуємо $5475,6 \text{ грн/рік}$, термін окупності складе 5 років, а у разі підвищення вартості газу та біодобрива термін окупності зменшиться [12].

Щодо наявності на українському ринку невеликих біогазових установок можна зазначити, що вони зустрічаються, але виготовляються майже під замовлення, у нас немає відкритих поширених проєктів-аналогів HomeBiogas. У нас є проєкти з об'ємом реактора $200\text{--}220 \text{ л}$ та зі системою електронного підігріву сталевого бака. До плюсів такого варіанта відноситься й те, що можна коригувати параметри, ідентифікувати і виправити недоліки, до мінусів – потрібно чекати певний час, щоб протестувати і налаштувати роботу біогазової установки та вникати в процеси її оптимальної діяльності [172]. Тому необхідно і надалі розвивати організаційно-економічний механізм застосування біогазових установок для виробництва біогазу у аграрній сфері економіки, з використання таких установок малої потужності у домашніх господарствах, включаючи рекомендації щодо їх ефективного і широкого застосування, як засобу вирішення комплексу еколого-економічних проблем на зазначеному рівні господарювання.

Переробка органічної частки промислових і побутових відходів є значним резервом для покращання енергетичного забезпечення країни за рахунок їхньої переробки на біогаз. При цьому ще й позитивно вирішується питання поліпшення родючих властивостей сільськогосподарських ґрунтів за рахунок їхнього

удобрення якісними органічними біодобривами, які утворюються після переробки зазначених відходів на біогаз. У сукупності ці заходи формують значний позитивний еколого-економічний ефект як за рахунок одержання додаткових енергоносіїв, так і за рахунок запобігання забрудненню навколишнього середовища. Як у містах, так і в невеликих містечках і селах є значний потенціал для виготовлення біогазу з органічних відходів промислового й побутового характеру. Із ростом цін на газ та електроенергію процес поширення виготовлення біогазу все стрімкіше набирає обертів. Але порівняно з країнами Європи ми ще значно відстаємо у кількості біогазових установок та об'ємах виробництва біогазу й біодобрив [172].

Підприємства сільського господарства з повним циклом виготовлення харчового продукту, підприємства харчової промисловості та готельно-ресторанний бізнес стикаються з проблемою утилізації непридатної сировини та харчових відходів. Так, наприклад, відходи готельно-ресторанного бізнесу та непридатні продукти викидаються в сміття. Схожа ситуація з торговельними центрами та супермаркетами. Щодо підприємств харчової промисловості, то тут ситуація трохи краща, наприклад, на пивоварні барду та пивні дріжджі вже реалізують, як вторпродукт для харчування тваринних комплексів (фермерських господарств, які розводять свійські тварини). Хоча більшість виробництв викидає органічні відходи як ТПВ чим збільшує об'єми відходів на сміттєзвалищах, забруднює ґрунт, поверхневі води та атмосферне повітря навколишнього природного середовища. Також не варто забувати і про підвищення пожежної небезпеки на сміттєзвалищі куди ці відходи складують та швидкому збільшенню площ територій під сміттєзвалища. Звичайно на невеликих підприємствах харчової промисловості маса органічних відходів в місяць є невелика, орієнтовно 200-300 кг. Але кількість таких підприємств у великих містах є більше 20-30 одиниць, а якщо додати до них готельно-ресторанні об'єкти, кафе, заклади швидкого харчування, торгові центри, супермаркети та ринки, ми отримаємо солідний об'єм органічних відходів. Які варто транспортувати в накопичувач та переробляти на біогаз [177]. Тому розвиток

кооперації у аграрній сфері економіки дуже важливий та створює умови для росту синергетичного еколого-економічного показника ефективності. Створюючи певні унікальні переваги кооперування у сфері виробництва біогазу із відходів аграрного виробництва та його комерціалізації на відповідному ринку біоенергоресурсів. Які не просто приносять прибуток але і створюють оптимальні умови у часі та раціоналізують залучені ресурси при утилізації відходів.

У Львівській області суттєвий вплив на результати промисловості здійснюють підприємствами з виробництва харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів, оскільки забезпечують більше чверті від загальнопромислового обсягу реалізованої продукції (у 2018 році – 27,8%) і 40,8% - переробної промисловості [133]. Відповідно потрібно підготувати підґрунтя для можливості централізованого забору органічних відходів сміттєвозами, які будуть забирати тільки дані відходи.

Перш за все оптимальніше почати з міста, де велика щільність контрагентів (готельно-ресторанні комплекси, заклади харчування, супермаркети, ринки, підприємства харчової промисловості). Варто розуміти, що великі міста мають значний потенціал. При цьому варто підшукати вже існуючу біогазову установку щоб мінімізувати інвестиції. Так, Львівводоканал планує будувати біогазову установку, для цього він вже закінчує підготовку необхідної документації. Коли запрацює проєкт з виготовлення біогазу, то завдяки йому зможуть забезпечувати власною електроенергією очисні споруди, що є значною економією, стануть більш енергонезалежними і в плані аварійних вимкнень та зможуть реалізовувати біодобрива. Не менш важливим є і критична ситуація з муловими полями. Зараз мулові поля перевантажені. Землі, щоб їх розширити, немає. Тому є ризик, коли падає дощ, можливих переливів і засмічення цими стоками прилеглих територій та попаданню їх у ґрунтові води [80]. Пропозиція з забезпечення додатковою сировиною мала б бути досить цікавою. Але варто розглядати і можливості співпраці з іншими підприємствами, які теж мають біогазові установки. Це забезпечить оперативну дистрибуцію органічних відходів (а не нагромадження на прийомному сховищі), а також забезпечить можливість зменшити пікові

навантаження нагромаджених відходів. А підприємства отримають додатковий ресурс для вироблення біогазу, та необхідного виду енергії (електро, теплової), а також біодобрив. Тим паче, що підприємства, які б передавали на утилізацію органічні відходи, все одно платять за вивіз та захоронення ТПВ. Але тепер вони б отримували документ, що передали дані відходи на переробку та еколого-економічно ефективно утилізували їх, при виході на рентабельні кількості по забору, вартість за послугу утилізації буде знижуватися.

Наразі нормативними документами, регулюючими сферу харчових відходів, є Закон України «Про побічних продуктах тваринного походження, не призначених для споживання людиною» і Закон України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції». Їх дотримання перевіряється співробітниками Держпродспоживслужби в плановому і позаплановому порядку в залежності від ступеня ризику того чи іншого підприємства [181]. А по факту підприємств, які готові утилізувати органічні відходи з високим показником еколого-економічної ефективності потрібно добре пошукати. На ринку представлені підприємства, які займаються утилізацією небезпечних відходів за допомогою спалювання. Тому ніша для переробки органічних відходів не зайнята. З огляду на це стейкхолдери повинні бути зацікавлені такими можливостями, підприємства харчової галузі зможуть офіційно утилізувати відходи при цьому з часом отримають зниження ціни на це, а підприємства, які будуть утилізувати отримуватимуть прибуток. Регіон у свою чергу отримає заміщення енергоносіїв та збільшення об'єму біодобрив на ринку. Тому дані науково-теоретичні засади створення ринку органічних відходів аграрного виробництва варто розвивати надалі та активно реалізовувати. Так, як потенціалу біоенергоресурсів, які зараз перебувають у стані сировини і у доступній формі, на даний момент достатньо для відчутного заміщення енергоресурсів та біодобрив. А при ефективній оптимізації їх логістики та інформаційного забезпечення будуть створені умови для активної та рентабельної торгівлі даною сировиною.

Також такий проєкт може мати значний поштовх до організації можливої утилізації органічних відходів, які продукує населення викидаючи їх у сміття. Вся необхідна інфраструктура вже буде, доведеться тільки поставити (де ще не має) окремі контейнери для сортування але основне це заохотити та навчити людей це робити. І це дозволить зменшити навантаження на навколишнє середовище, та оптимально використати відходи.

Підсумовуючи, можна сказати, що Україна має значні можливості до виробництва та використання біогазу у аграрній сфері економіки. Починаючи від переробки поживних решток, відходів від тваринницьких ферм, птахоферм і закінчуючи відходами від легкої та харчової промисловості, від діяльності готельного та ресторанного бізнесу та органічними відходами у домашньому господарстві. Варто відзначити, що наразі активно розвивається переробка органічних відходів від тваринницьких ферм та поживних решток великих агрохолдингів.

2.2. Еколого-економічна ефективність виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки на прикладі діяльності біогазової установки ПРАТ «Оріль-Лідер»

Для детальнішого розуміння візьмемо як приклад підприємство «Оріль-Лідер», яке розташоване у Дніпропетровській області, Петриківському районі, селі Єлизаветівка, вулиця Хмельницького, будинок 1 та є частиною групи МХП.

Виробничі потужності ПРАТ «Оріль-Лідер» – 3 виробничі лінії; інкубаторій потужністю 75 млн яєць/рік; вивід – 81,9%; інкубовано яєць – 52 млн яєць/рік; виробничі відділення з вирощування птиці: 24 виробничі дільниці, загальна кількість пташників – 239; цех забою та переробки курчат-бройлерів: максимальна потужність – 9500 гол./год [99].

Види готової продукції ТМ «Наша Ряба» та ТМ «Наша Ряба Апетитна»: м'ясо птиці охолоджене, заморожене, фасоване, нефасоване. Кількість зон

вирощування/бригад/пташників у бригаді – 3/24/239. Кількість ліній забою – 1. Очисні споруди – комплекс з виробництва біогазу потужністю 5,5 МВт. Показники роботи підприємства за 2018 р.: вирощування – 42 928 221 голів; забій – 39 828 069 голів; виробництво м'яса птиці – 105 658,4 т.; збереження (вирощування) – 94,61%; конверсія корму – 1,775 [99].

Кількість працівників підприємства станом на 31.12.2018 р.: 1 635 осіб. Середня заробітна плата по підприємству: 10 616,08 грн. Забезпечення утилізації відходів на біогазовій станції створило можливість до розвитку та функціонування даного підприємства у тому вигляді та з такими показниками, які є сьогодні. Це в свою чергу дозволяє забезпечувати 1635 осіб робочими місцями, що є важливим для розвитку регіону та добробуту його населення [99].

Проблема переведення процесів переробки сільськогосподарської сировини на безвідходний цикл виробництва має два взаємопов'язаних аспекти — економічний і екологічний. Перший аспект пов'язаний з розширенням ресурсних можливостей за рахунок більш глибокої, комплексної переробки сільськогосподарської сировини. Переробка сільськогосподарської сировини зараз — одна з багатовідходних галузей народного господарства. Ці відходи містять сотні тисяч тонн цукру, білка, харчових кислот і масел, вітамінів та багато інших цінних речовин. Другий аспект – пошук нових організаційно-економічних принципів розвитку галузі, що враховують екологічний фактор [9].

Концепція аналізу витрат і вигід інвестиційного проєкту. Аналіз витрат і вигід (АВВ) або економічний аналіз інвестиційних проєктів – це процедура систематизованого порівняння витрат і вигід суспільства, пов'язаних із реалізацією програми чи проєкту. Особливістю аналізу є намагання вловити всі вигоди, які отримає суспільство від реалізації певного проєкту, виявити всі його витрати, визначити їх реальну економічну вартість, а відтак і з'ясувати вплив проєкту на його оточення [51].

Підприємство, яке займається виготовленням м'яса курчат-бройлерів, для уникнення труднощів з утилізацією органічних відходів виробництва, що призвели б до незадовільного санітарного стану території підприємства та

навколишніх територій, розглянуло можливість очищення відходів з використанням технології анаеробного зброджування для виробництва біогазу.

Обсяг інвестиційних витрат визначали з розрахунку перероблення 655 м³ відходів / добу. Навесні 2012 р. «Миронівський хлібопродукт» почав роботи з будівництва першої біогазової станції на птахофабриці «Оріль-Лідер» у Дніпропетровській області. Уже в грудні 2012 року компанія ввела в експлуатацію перший ферментатор. У 2013 році була запущена біогазова станція, потужність якої склала 5 МВт/год (в еквіваленті: електропостачання для 15 000 квартир і теплове забезпечення 1 500 квартир). У кінці 2014 р. біогазова станція досягла своєї повної потужності.

Це перша в Європі біогазова станція такої потужності й рівня технологій, яка працює на курячому посліді і відходах комплексу з переробки курчат-бройлерів. Міжнародні організації підтвердили ефективність і актуальність проекту з точки зору стандартів екології і безпеки. Вартість проекту – \$15 млн [98]. Проект реалізується з залученням кредитних коштів ЄБРР, які підприємство взяло в кредит на поповнення обігового капіталу, пов'язане з розширенням діяльності та будівництвом біогазової установки на птахофермі «Оріль-Лідер»[97]. Такий проект виконує наступні функції: утилізації утворених відходів та підтримання санітарно-гігієнічних вимог, утворення біогазу та його подальше використання для отримання теплоенергії та електроенергії, а також біодобри. Утворені біодобрива є цінним продуктом, а саме ефективніші ніж мінеральні у засвоєнні рослинами і при цьому для їх виготовлення не затрачається додаткової енергії, тобто максимізує ефективність LCE (Оцінка життєвого циклу).

Фінансовий аналіз. Метою фінансового аналізу є визначення рентабельності й ефективності проекту з погляду інвесторів та організації, що реалізує проект, а також оцінка поточного й прогнозованого фінансового стану підприємства. Фінансовий аналіз вирішує такі завдання [50]:

- дає оцінку фінансових результатів підприємства «без проекту» і «з»;
- оцінює потребу у фінансуванні проекту і забезпечує координацію використання фінансових ресурсів у часі;

- визначає достатність економічних стимулів для потенційних інвесторів;
- оцінює та оптимізує витрати та вигоди проєкту в кількісному вимірі.

Необхідність проведення фінансового аналізу впливає з макроекономічної концепції обмеження ресурсів, у відповідності до якої потреби суспільства безмежні, а доступні в будь-який момент часу ресурси – обмежені. Тому доводиться вибирати між конкуруючими варіантами використання ресурсів [92].

Для початку формуємо таблицю всіх фізичних входів і виходів проєкту, які представлені у рис.2.26.

Входами, зображеними на рис 2.26, є всі витрати проєкту, а виходами – вигоди, які одержуються від здійснення проєкту.

Біогазова установка (БГУ) з когенератором «під ключ» коштувала 15000000 доларів, тобто (курс гривні 7,99 до долара на 10.02.12) 119 850 000 грн. Дана інвестиція була здійснена з залученням кредитних коштів ЄБРР.

Відходи, які утворюються на такому фермерському господарстві (з відповідності нагромадження маси та утилізації її 365 діб на рік з загальним виходом 779 т/добу):

- Силос сорго 100 т/добу;
- Пташиний послід 137 т/добу;
- Флотаційний шлам (рідкий) 42 т/добу;
- Відходи убойного цеху 100 т/добу;
- Вода з очисних споруд 400 т/добу.

Планувалось отримувати біогазу 18 250 000 м³/рік, твердих біодобрив 20 000 т/рік, рідких біодобрив 240000 т/рік. З біогазу заплановано було отримати заміщення природнього газу – 5 000 000 м³/рік, електрична енергія – 30 400 000 кВт/рік, тепла енергія – 27 400 Гкал/рік.

Після декількох років роботи біогазової установки на птахофермі «Оріль-Лідер» дещо змінились види та кількості відходів (з відповідності нагромадження маси та утилізації її 365 діб на рік з загальним виходом 655 т/добу):

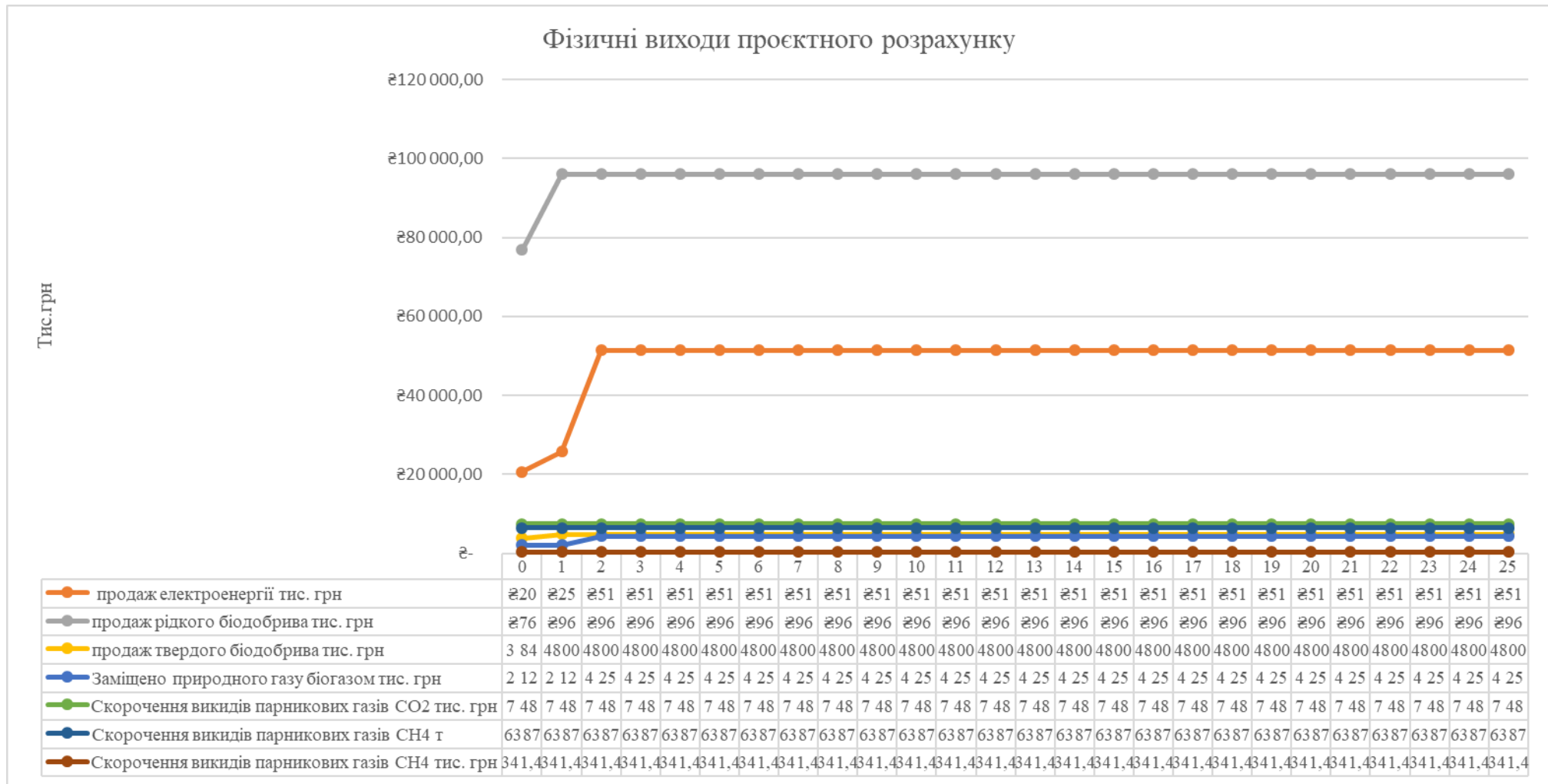


Рис.2.26. Фізичні виходи проектного розрахунку

- Пташиний послід 180 т / добу (66 000 т / рік);
- Флотаційний шлам (рідкий) 40 т / добу (14 600 т / рік) ;
- Відходи убойного цеху 35 т / добу (13 000 т / рік) ;
- Силосна маса сорго 50 т / добу (18 000 т / рік) ;
- Вода з очисних споруд 350 м куб / добу (128 000 м куб / рік).

Вихід біогазу на рік складає 19200000 м³, із цієї кількості біогазу при спалюванні його в когенераторі можна отримати 38400000 кВт год електроенергії і 1040000 м³/рік біогазу який використовується для отримання тепла [98]. Кількість рідких біодобрив коливається від 150000-261346 м³., а твердих від 14103- 28981 т. Тому буде проведено окремий аналіз витрат і вигід проєктний, а також аналіз витрат і вигід реальний.

До входів проєкту відносять: купівля комплектуючих та будівництво БГУ, витрати на обслуговування БГУ. Виходом є кошти, які ми отримуємо від продажу електроенергії, заміщення газу який використовується для отримання тепла та продажу біодобрив.

Наступним кроком фінансового аналізу є формування грошових потоків, які представлені на рис. 2.27. Для з'ясування фінансової ефективності грошові потоки виражають в ринкових цінах, а ефекти за межами проєкту (в інших галузях, економічні та соціальні) не враховуються.

Загальний грошовий потік складається з операційної, інвестиційної та фінансової діяльності. Розглянемо спочатку операційну діяльність.

Доходи від реалізації:

- Продаж електроенергії, реалізований річний обсяг складає 38400 тис. кВт.год. Реалізація проходить за «зеленим» тарифом згідно з законом України Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії складає 134,46 коп/кВт.год (згідно з постановою «Про встановлення величин «зелених» тарифів на електричну енергію») [107];
- Продаж біодобрива, річний обсяг рідких біодобрив під реалізацію складає 240000 т та твердих біодобрив 20000 т. Ціна рідких біодобрив припустімо

складає в середньому від 800 грн/т (оптовий продаж) на ринку України на 2012-2015р.. Сумарний річний прибуток від реалізації біодобрих складає 80640 тис. грн.

Операційні витрати:

- Щорічні операційні витрати становлять 17% вартості біогазової установки і складають 20 374,5 тис. грн, крім 10 та 20 років у які витрати в 3 рази більші для можливості капітального ремонту та можливої модернізації біогазової установки. У операційні витрати включають трудовитрати – 4 працівники, які працюють позмінно. Витрати на навчання персоналу складають – 0,0005 %, та витрати на оплату праці складають – 0,0008 % від щорічних операційних витрат та планується до перегляду кожних 4-5 років (у напрямку збільшення). ЄСВ складають 55,42 тис. грн\рік [94];
- Мито складає 1 506,84195 тис. доларів, що еквівалентно 12 039,667 тис. грн, ціна самої БГУ 6 726 973,38 тис. дол. еквівалентно 71 910,00 тис. грн, разом 10506,8423 тис. дол. відповідно 83949,67 тис. грн розмитнена установка [17].
- Прибуток розраховується, як різниця між виручкою від реалізації і поточними витратами. Чистий прибуток визначаємо у ті роки, коли прибуток є додатнім і з нього вираховується сума оподаткування у розмірі 18%, якщо прибуток є від'ємним – вказуємо значення без оподаткування.
- Амортизація. Норма амортизації для другої групи основних засобів становить 10% [108]. Амортизація розраховується методом зменшення залишкової вартості. Для першого року амортизацію розраховуємо, як добуток витрат на придбання активів і відсотка амортизаційних відрахувань. Щоб порахувати амортизацію для наступних років ми від витрат на придбання активів віднімаємо амортизаційні відрахування попереднього року і множимо на відсоток амортизаційних відрахувань.

Сальдо операційної діяльності розраховуємо, як суму чистого прибутку та амортизаційних відрахувань. Прибуток розраховується, як різниця між виручкою від реалізації і поточними витратами.

Інвестиційна діяльність обчислюється як різниця між надходженнями від продажу та витратами на придбання активів. За результатами операційної та інвестиційної діяльності розраховуємо чисту теперішню вартість, рентабельність інвестицій та термін окупності.

Операційні витрати (рис.2.28, 2.29) представлені основними витратами, які забезпечують життєдіяльність біогазової установки. На 10 та на 20 році діяльності закладено витрати на капітальний ремонт або ж модернізацію виробничих потужностей.

Фінансова діяльність. Надлишок коштів – це сума операційної, інвестиційної і фінансової діяльності. У такому випадку сальдо реальних грошей не має від’ємного значення. І це означає, що проєкт може бути реалізований.

На рисунку 2.29 представлено порівняння доходів та операційних витрат фінансового аналізу (проєктного) і можна побачити, що частка витрат не наближається і до 50 % прибутку, крім 10-того та 20-того років де заплановано проведення капітальних ремонтів або ж модернізації, складає 37,5 % у всі інші роки коливається між 16-20%. Якщо детальніше розглянути дохідну частину (рис.2.28), то можна виділити найбільш вагомні напрямки: продаж рідкого біодобрива та продаж електроенергії.

Підготувавши фінансовий аналіз можемо зробити висновок, що з точки зору інвестора проєкт є вигідним і показники його ефективності становлять: чиста теперішня вартість – 1 178 918,23 тис. грн, внутрішня норма дохідності – 182%. Такий проєкт окупиться на 2 році.

За результатами фінансової діяльності проєкт в даному вигляді може бути реалізованим. Це оптимальний метод утилізації відходів від діяльності ферми по розведенню бройлерів та виробництву м’яса та ще і буде приносити значний дохід, при цьому такий метод утилізації дозволяє підтримувати санітарний стан на виробництві та на біогазовій установці. Створює умови для ведення надалі підприємницької діяльності та її розвитку. Забезпечує можливість заміщення та реалізації отримання теплової енергії, електроенергії (при перебоях та для згладження пікових навантажень), а також використання біодобрив (рідких та твердих) для власного рослинництва.



Рис. 2.27. Дохідна частина фінансового аналізу (проекту)



Рис. 2.28. Операційні витрати фінансовий аналіз (проектного розрахунку)

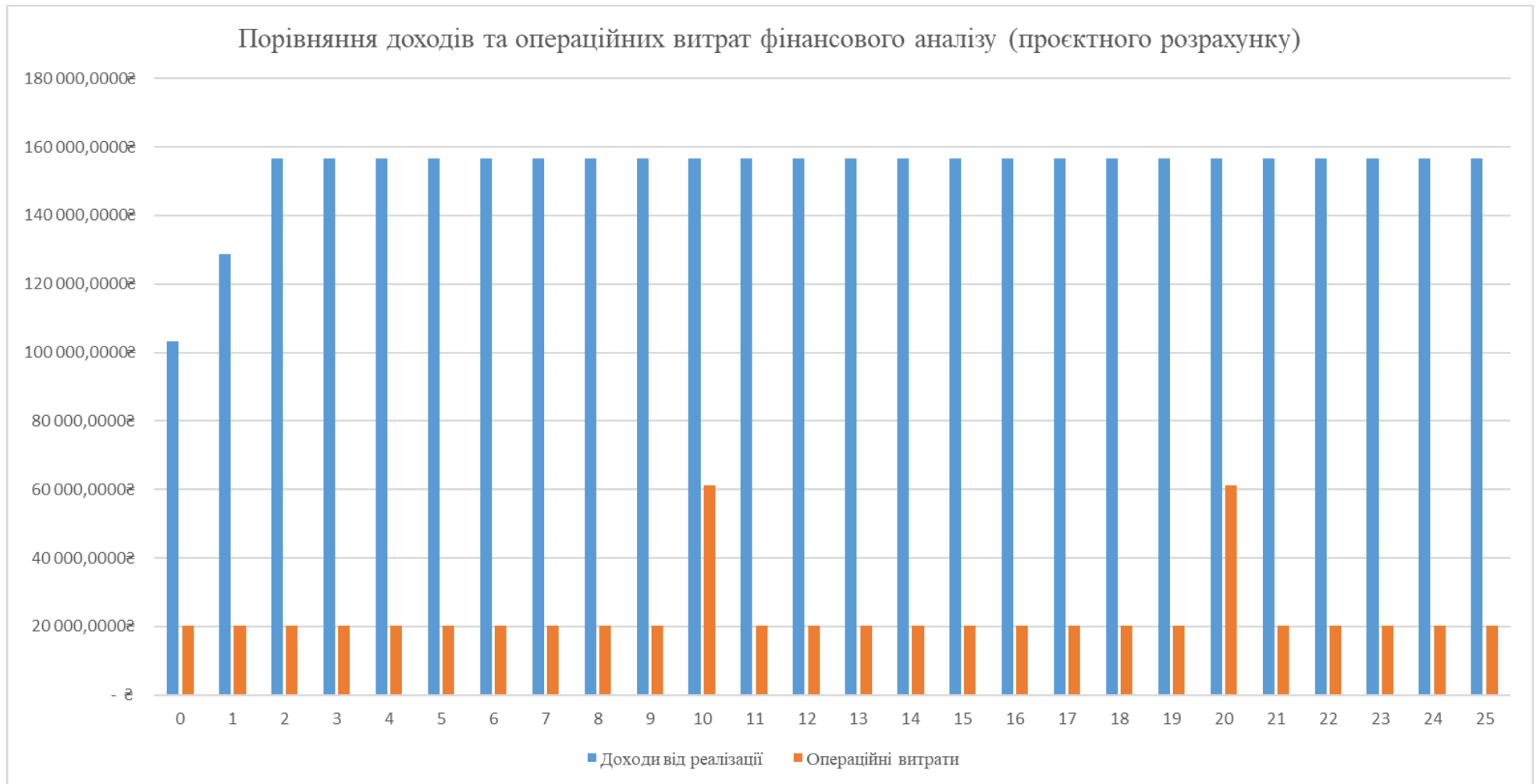


Рис.2.29. Порівняння доходів та операційних витрат фінансового аналізу (проектного розрахунку)

Економічний аналіз. Економічний аналіз інвестиційних проєктів – це процедура систематизованого порівняння витрат і вигід суспільства, пов’язаних із реалізацією програми чи проєкту. Особливості аналізу є намагання вловити всі вигоди, які отримує суспільство від реалізації певного проєкту, виявити всі його витрати, визначити їх реальну економічну вартість, а відтак з’ясувати на кого ж саме і яким чином вплине проєкт [51].

Для виявлення вигід проєкту Світовий банк рекомендує розробити матрицю впливів проєкту і позиціонувати їх за двома ознаками: бенефіціар вигід (інвестор чи громада, суспільство) і наявність ринкової оцінки вигід (табл. 2.6) [192,53,52]. Формування таблиці впливів проєкту дає змогу ґрунтовніше підійти до питання виявлення змін у добробуті суспільства, які пов’язані з аналізованим проєктом.

У зв’язку з реалізацією проєкту суспільство отримує вигоду у вигляді зменшення забруднення повітря та води відповідно уникнення небезпеки для життя і здоров’я. Можна говорити про підвищення зацікавленості іншими інвесторами у розвитку своєї діяльності у цьому регіоні. Це спровоковано розвитком інфраструктури, купівельною спроможністю населення. Утилізації відходів на біогазовій установці забезпечило можливість до діяльності даного підприємства, що в свою чергу дозволяє забезпечувати 1635 осіб робочими місцями.

Внаслідок відсутності єдиної методики визначення ринкової ціни стосовно уникнення небезпеки здоров’ю та життю населення варто використовувати метод умовного оцінювання. Цей метод полягає у створенні гіпотетичного ринку та визначенні в його контексті готовності мешканців містечка платити за уникнення ризиків їхньому життю та здоров’ю. Існують різні типи методу умовного оцінювання. Варто відзначити, що у зв’язку з нестабільністю людської поведінки такий метод містить значні похибки дослідження [51].

Припустимо, що плата мешканців за уникнення небезпеки для життя і здоров’я у місяць становитиме 2 грн з однієї особи. У Дніпропетровській обл., Петриківський р-н, с. Єлизаветівка проживає 2500 осіб [48]. Відповідно річна економічна вартість вигід становитиме 60 тис. грн.

Матриця впливів проєкту будівництва БГУ

Впливи проєкту	Бенефіціар		
	Ринково оцінені	Інвестор	Суспільство
	Не оцінені ринком	<p>Доходи від:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Утилізація відходів оптимальним методом; - Можливість ведення діяльності у таких об'ємах, які були заплановані інвестором; - Отриманні біодобрив; - Отриманні енергії; - Надлишки продукції отриманої від проєкту можна реалізовувати; - Непотрібно сплачувати за утилізацію відходів (чи будувати очисні споруди, які будуть виконувати тільки функцію очистки); - Забезпечення незалежності підприємства, а саме забезпечення біодобривами (зменшить їх вартість за рахунок перевезення і якості) та забезпечення енергоносіями (біогаз, теплоенергія та електроенергія). 	<ul style="list-style-type: none"> - Зменшення забруднення атмосферного повітря, води; - Зниження захворюваності; - Збільшенні надходжень у вигляді податків до місцевої і державної казни; - Зменшення викидів парникових газів; - Джерело енергії, яке зменшує загальну енергозалежність регіону; - Забезпечення чотирьох осіб робочими місцями (для функціонування біогазової установки); - Забезпечення діяльності ПРАТ «Оріль-Лідер» у повному обсязі та відповідно створення 1635 робочих місць .
Ринково оцінені	<p>Імідж інвестора та вдячність працівників, населення, місцева енергонезалежність (що покращує загальнодержавну енергонезалежність), поширення біоенергетики.</p>	<p>Уникнення небезпеки для життя і здоров'я мешканців, покращення якості підземних і поверхневих вод, розвиток інфраструктури, що стимулює більше зацікавлення інших інвесторів даним регіоном та збільшенням інвестицій у нього.</p>	

Внаслідок зниження рівня захворюваності населення є наявною більша кількість працездатних осіб та відповідно зменшуються виплати лікарняних, втраченої вигоди виробничих потужностей, а також підвищуються доходи різних підприємств та верств населення. Загальна продуктивність праці підвищується до 15-20 %.

Заміщення діяльності застарілих, малоефективних, високо забруднюючих та дороговартісних видів виробництва електроенергії стає все актуальнішим.

Потрібно оптимізувати промислову діяльність по отриманні енергії (теплової, електро, пару) та зменшити вплив від діяльності такого виробництва на навколишнє середовище та здоров'я людини. І чудовим варіантом заміщення є використання надлишків виробленої енергії у біометантенку (когенераційній установці) біогазової станції.

Наступним кроком економічного аналізу є формування грошових потоків. Податки, субсидії, дотації при оцінці суспільної ефективності розглядаються, як частина трансферних платежів, а саме представляють собою угоду, за якою не створюється жодної нової вартості, при цьому контроль за реальними ресурсами і переходить з одних рук до інших [51].

Амортизаційні відрахування в економічному аналізі потрібно також розглядати, як один із трансфертних платежів, оскільки нарахування амортизації є внутрішнім перерахуванням грошей із одного рахунку на інший.

В аналізі проекту з точки зору змін у суспільному добробуті вибір між теперішнім і майбутнім споживанням не є таким категоричним, як у фінансовому аналізі, оскільки оцінка ефективності робиться у контексті довгострокової перспективи і ширшого кола бенефіціарів. Крім того, ризики неуспіху проекту покладаються не на інвестора, а на суспільство. Тому зазвичай, відсоток дисконтування в економічному аналізі є дещо нижчим, ніж у фінансовому [219]. У зв'язку з цим відсоток дисконтування зменшиться на 1% і дорівнюватиме 20%.

У випадку реалізації проекту фермер не платить за утилізацію відходів від діяльності підприємства, тобто пташиного посліду, силосної маси, відходів забійного цеху, флотаційного шламу (рідкого). Коли працює біогазова установка, мінімізуються впливи на навколишнє середовище через те, що при перевантаженні у транспорт та з нього частково відходи будуть потрапляти у навколишнє середовище. Також не потрібно платити значні кошти за транспортування на великі відстані (так наприклад, КамАЗ вміщує близько 10-14 т споживає в середньому 25 л дизельного палива на 100 км в кращому випадку поміститься 10 т відходів від силосної маси, пташиного посліду можливо 9-10, і рідких відходів 12-14 т на 1 машину), якщо взяти грубо підрахувати з розрахунку,

що відстань до об'єкта утилізації складе хоча б 100 км. Тоді, щоб доставити силосну масу, потрібно подолати 2000км, пташиного посліду 2400 км, рідкі відходи 7800 км це 12200 км, відповідно 3050 л дизельного палива (сер. ціна на 09.01.13 складає 10,04 грн [95]) 30622 грн в день на пальне та варто врахувати забруднення викидами атмосферного повітря. Щодо зарплатні 20 водіїв, яка складає по 4 тисячі грн водію в місяць (80 тис. грн в місяць) та умовної вартості за переробку відходів, припустимо, що мінімальною витратою буде 100 грн за 1 тону (що у сумі складе 23960000 грн). Вартість 1 машини 1'270'200 грн [211] ціна ж 20-ти машин складе 25 404 000 грн. Норма амортизації для 2 класу [108] становить 10%. Не враховане сервісне обслуговування та ремонт машин.

Очікувані щорічні скорочення викидів парникових газів – 140000 т CO₂-еквіваленту/рік. Ціна викиду 1 тонни парникових газів орієнтовно складає 5 євро або 53,44 грн (у відповідності до курсу євро на 11.02.2013 і складає 10,6898 грн\євро). А також у процесі виробництва добрив скорочується вивільнення метану, який є парниковим газом у розмірі 6386,688 т на рік.

Якщо розглядати дохідну частину економічного аналізу (проектний), то можна побачити (рис.2.30) значущі напрямки доходів: продаж біодобрива, продаж електроенергії, альтернативна вартість утилізації. Це також підтверджує і рис.2.31.

На рис. 2.31 представлено порівняння доходів та операційних витрат фінансового аналізу (проектного) і можна побачити, що частка витрат не наближається до 1/3 крім 10-того та 20-того років де заплановано проведення капітальних ремонтів або ж модернізації, складає 30,7 % у всі інші роки коливається між 10-12%.



Рис.2.30. Дохідна частина економічний аналіз (проектного розрахунку)



Рис.2.31. Порівняння доходів та операційних витрат економічного аналізу (проектного розрахунку)

Дохідна частина економічного аналізу (проєкту) складається з: готовності платити мешканців (на яких мінімізовано негативний вплив будівництвом біогазової установки), альтернативної вартості утилізації відходів (орієнтовні витрати, які потрібно понести для вивезення та передачі відходів), заміщення природного газу біогазом (на підприємстві використовують газ для обігріву, отримання пари, а також гарячої води), скорочення викидів парникових газів (спершу Кіотський протокол дав поштовх до оцінювання вартості парникових газів, а Паризька конференція хоч дещо розмила зобов'язання, але ідея щодо скорочення ПГ залишилась), продажу електроенергії (за «зеленим» тарифом, яка генерується в когенераційній установці при спалюванні біогазу), продажу рідкого біодобрива (або ж заміщення при купівлі), продажу твердого біодобрива (або ж заміщення при купівлі), скорочення викидів парникових газів від природного гниття біомаси (це частина парникових газів, які утворені від природного гниття і вже включені у скорочення викидів парникових газів, але представлені для розуміння кількості їх утворення). Якщо детальніше розглянути дохідну частину (рис.2.30), то можна виділити найбільш вагомі напрямки: продаж рідкого біодобрива, продаж електроенергії, а також альтернативна вартість утилізації відходів.

Отримані показники ефективності інвестиційного проєкту з точки зору суспільства свідчать, що проєкт є недефективним, оскільки ЧТВ дорівнює 2 168 156,53 тис. грн. Проєкт окупиться уже в першому році. Рентабельність інвестицій – 18,09058433 тис. грн.

Соціальний аналіз. Метою соціального аналізу є визначення прийнятності варіантів реалізації проєкту з погляду користувачів (продуктами чи благами), населення регіону, де здійснюється проєкт. Завдання соціального аналізу проєкту полягає у визначенні рівня його узгодженості з інтересами груп населення, які так чи інакше відчуватимуть вплив проєкту: працюють на підприємстві, де реалізується проєкт; споживатимуть його продукцію чи користуватимуться послугами; живуть у зоні впливу проєкту. Соціально прийнятною вважається така стратегія проєкту, що не суперечить інтересам зазначених груп населення і сприяє

додатковому якісному задоволенню соціально-культурних потреб населення регіону і країни (при відповідному масштабі проєкту) [178].

У проєкті безпосередньо задіяні чотири працівника. У зв'язку з цим не доцільним проводити розрахунок зважених доходів.

З реалізацією цього проєкту виникнуть певні соціальні ефекти, зокрема проєкт впливатиме на:

- збільшення кількості осіб забезпечених роботою (чотири робочих місця). Усі вони задіяні із числа місцевого населення, що не призведе до потреби пошуку місця для проживання задіяних у проєкті. В основному (4 особи) – це працівники, які будуть здійснювати нагляд та проведення завантажувальних робіт (відходів, ферментів та нагляд за процесом, а також за устаткуванням). Зміна кількості робочих місць у регіоні майже не зміниться за рахунок реалізації проєкту. Освітніх та кваліфікаційних вимог до робочих працівників не має, оскільки їх робота не потребує цього. Вимоги щодо спеціалістів встановлені на рівні: вища освіта (інженерна або технічна). Суттєво не зміниться професійно-кваліфікаційний рівень задіяних у проєкті працюючих.;
- вплив на умови роботи задіяних у проєкті осіб буде стабільним. Працівники будуть працювати позмінно забезпечуючи безперебійну роботу БГУ. Усі працівники, задіяні до проєкту, будуть офіційно працевлаштовані.
- забезпечення діяльності ПРАТ «Оріль-Лідер» у такому вигляді, як є, тобто у повному обсязі та відповідно створення 1635 робочих місць;
- збільшується середній вік населення у зв'язку із зменшенням рівня захворювання і покращенням якості довкілля;
- зменшення витрат на лікування;
- підвищення якості подачі електрики (тепла, біометану).

У цьому проєкті на його розрахунковий період (25 років) задіяно 4 особи. Взагалі з розвитком технологій процесом можна керувати дистанційно але наглядати потрібно за завантаженням відходів, а саме частотою проведення та

завантажувати ферментний матеріал. Усі працівники проєкту планується задіяти через біржу праці з числа місцевого населення.

Доходи різних соціальних груп (у нашому проєкті є одна соціальна група – працівники), які не будуть вирізнятись. Економічна вартість доходів буде однаковою.

Також можна додати, що проєкт створює умови забезпечення діяльності ПРАТ «Оріль-Лідер» у такому вигляді, як є, тобто у повному обсязі та відповідно створення 1635 робочих місць. Але такий ефект може бути заміщений іншим методом утилізації біодобрив. Звичайно можна було б платити за утилізацію та транспортувати дані відходи, але це зовсім інший проєкт і він не є еколого-економічно оптимальним.

Можна сказати, що аналізований проєкт матиме доволі позитивний ефект на соціальну сферу, оскільки покращиться якість життя населення регіону та помітно знизиться ризик для життя і здоров'я населення, яке живе у прилеглих населених пунктах.

Сенситивний аналіз. У сенситивному аналізі ми проводимо оцінку зміни ЧТВ проєкту у відповідь на зміну чинників, які впливають на неї.

Застосування сенситивного аналізу дозволяє виявити фактори, до яких ЧТВ є найбільш чутливою, і до якої міри вони можуть змінюватися, перш ніж інвестиції дадуть негативний результат, тобто від'ємне значення ЧТВ [50].

Сенситивний аналіз проводиться для зміни відсотка дисконтування, інвестиційних витрат та цін на енергоносії з розрахунком до можливого відхилення значення в діапазоні від -20% до 20%.

Чутливість ми аналізуємо для фінансового та економічного грошових потоків. Спочатку розраховуємо відхилення базових показників на визначений відсоток. У комірці зі значенням ЧТВ копіюємо формулу з економічного аналізу. Для розрахунку впливу ставки дисконту на ЧТВ ми виділяємо область підстановки даних і за допомогою таблиці підстановки, по стовпцях вводимо базове значення, наприклад, ставки дисконту (для фінансового 7,5% та

економічного 6,5%). Таким чином ми отримали відхилення. Такі дії ми проводимо і для інших чинників.

Розраховані значення чутливості ЧТВ до зміни відсотка дисконтування, ціни продажу інвестиційних витрат та цін на енергоносії для фінансового аналізу представлені в дод. Б таблиці Б.1, Б.2, Б.3, Б.4, Б.5 та для економічного дод. Б таблиці Б.6, Б.7, Б.8, Б.9, Б.10, Б.11 відповідно.

З додатку Б табл. Б.1, Б.2, Б.3 та табл. Б.7, Б.8, Б.10 видно, що збільшення витрат на обслуговування БГУ, відсотка дисконтування чи інвестиційних витрат знижує ЧТВ як фінансовому, так і економічному аналізу. Зовсім іншу картину ми спостерігаємо при збільшенні ціни на електроенергію, біодобрива та вартість депонування вуглецю (додаток Б табл. Б.4 Б.5 і табл. Б.6, Б.9, Б.11), тобто при збільшенні ціни ми отримуємо більшу економію, що є позитивним для даного проекту. Також можна зазначити, що зміна цін рідких біодобрив, відсотка дисконтування та енергоносіїв є найзначнішими впливами на формування ЧТВ. А найбільш значними змінами чутливості ЧТВ для фінансового аналізу є зміна цін рідких біодобрив та відсотка дисконтування, критичних змін чутливості ЧТВ немає. Що ж можна сказати про економічний аналіз, то критичних змін чутливості ЧТВ теж немає, є значні зміни чутливості ЧТВ, а саме: зміна відсотка дисконтування та цін рідких біодобрив.

Еластичність ЧТВ за зміною цих чинників на 1% представлена на таблицях 2.7, 2.8. На даних таблицях видно, що чутливість зміни ЧТВ фінансового аналізу проекту має найбільшу еластичність за чинником ціни рідких біодобрив, щодо чутливості зміни ЧТВ економічного аналізу, то тут на першому місці відсоток дисконтування.

Зміна витрат на обслуговування БГУ, інвестиційних витрат, вартості депонування вуглецю у додатку Б табл. Б.1, Б.3, Б.6, Б.8, Б.10, як видно, має незначний ефект і відповідно при зменшенні вартості витрат ЧТВ не значно зростає і навпаки. Для кращого відображення чутливості зміни ЧТВ до факторів, які мають вплив на нього використовуємо криві еластичності (рис. 2.32, рис. 2.33), а також для додаткового аналізу використовуємо павукоподібну діаграму (рис. 2.34, 2.35).

Як видно з рисунку 2.32 та 2.35, відхилення доходу від продажу рідких біодобрих має значний ефект, трохи слабший є у зміні відсотка дисконтування та зміні вартості електроенергії, щодо зміні інвестиційні витрати та витрат на обслуговування БГУ вони є слабкими змінами для проєкту за результатами фінансового аналізу. Та жодний з факторів не показав критичного значення для фінансового аналізу проєкту. Що ж для проєкту за результатами економічного аналізу, як видно з рис. 2.33 та 2.34 жоден із чинників теж не є критичним. Якщо розглядати більш детально, то ситуація дуже схожа до фінансового аналізу проєкту, а саме: відхилення доходу від продажу рідких біодобрих має значний ефект, слабший є у зміні відсотка дисконтування та зміні вартості електроенергії, щодо зміні інвестиційні витрати, вартості депонування вуглецю та витрат на обслуговування БГУ вони є слабкими змінами для економічного аналізу проєкту.

Ранжування показників та визначення коефіцієнта еластичності було проведено у табл. 2.7 для фінансового аналізу та табл. 2.8 для економічного аналізу. За даними таблиць видно, що найвищу еластичність ЧТВ має за зміною ціни на рідкі біодобрива та відсоток дисконтування.

Інвестиції проєкту на біогазову установку становлять 119 850 тис. грн (15000000 доларів США). Для цього проєкту було виконано такі види аналізу як: фінансовий, економічний, соціальний і сенситивний. Показники ефективності фінансового та економічного аналізів подані у зведеній таблиці (табл. 2.9).

Проведений аналіз витрат і вигід проєкту по будівництву та діяльності біогазової установки за показниками ефективності фінансового та економічного аналізів представив дані, з яких можна зробити висновок, що проєкт є вигідним як для підприємства, так і для природнього середовища та суспільства загалом. Якщо дивитися по показниках ЧТВ і ВНД, то проєкт є більш привабливим для суспільства, адже вони є вищими в економічному аналізі, порівняно з фінансовим. Залежність спостерігається при порівнянні річного прибутку фінансового та економічного аналізу проєкту, які наведені на рис 2.36. На рис.2.37. добре видно різницю ЧТВ між економічним та фінансовим аналізом проєкту, яка складає 989 238,30 тис. грн.

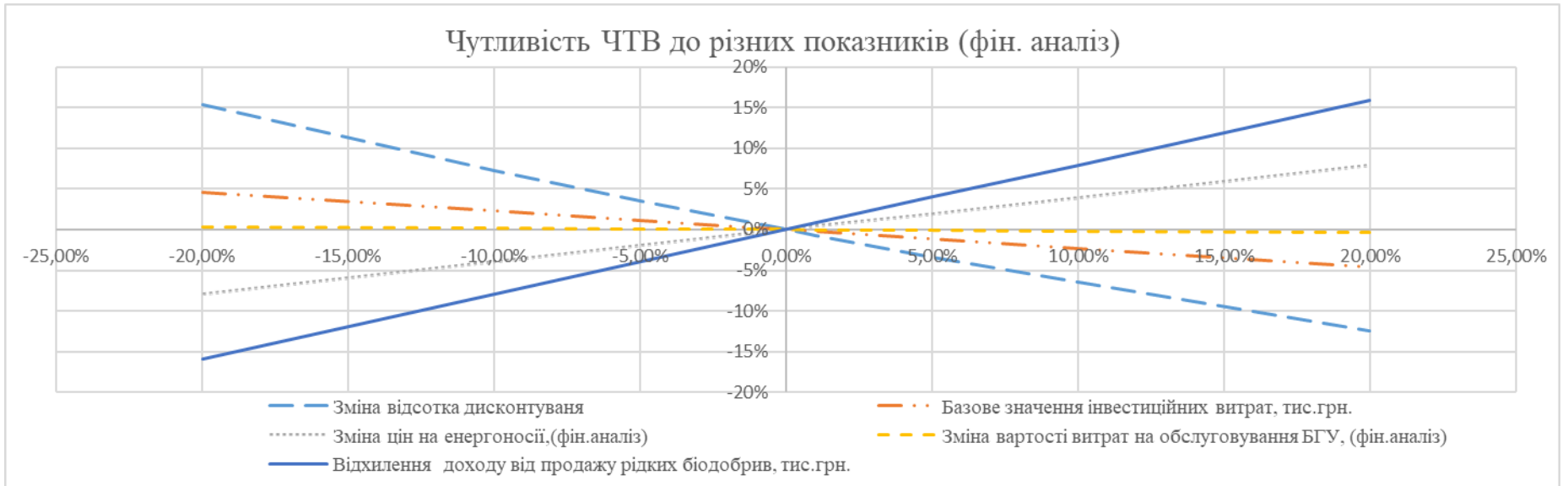


Рис.2.32. Криві чутливості ЧТВ за результатами фінансового аналізу проєктного розрахунку

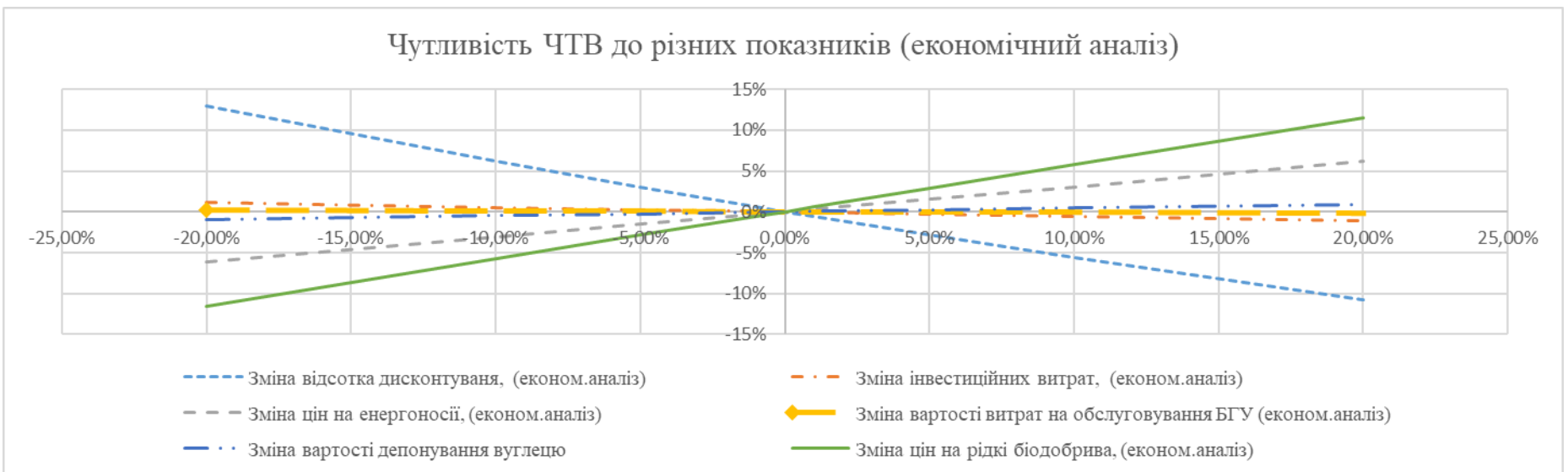


Рис.2.33. Криві чутливості ЧТВ за результатами економічного аналізу проєктного розрахунку

Таблиця 2.7

Оцінка впливу чутливості на зміну ЧТВ фінансового аналізу проектного розрахунку тис. грн

Чинник впливу якого на ЧТВ досліджується	Зміна чинника, %	Базове значення ЧТВ	Нове значення ЧТВ	Абсолютна зміна ЧТВ, тис. грн	Відносна зміна ЧТВ, %	Еластичність ЧТВ	Рейтинг
Відсоток дисконтування	1%	1 178 918,23 €	1170862,76	-8 055,47 €	-0,68%	-0,683	2
Інвестиційні витрати	1%	1 178 918,23 €	1176178,51	-2 739,72 €	-0,23%	-0,232	4
Ціни на енергоносії	1%	1 178 918,23 €	1183594,08	4 675,86 €	0,40%	0,397	3
Зміна вартості витрат на обслуговування БГУ	1%	1 178 918,23 €	1178751,156	-167,07 €	-0,01%	-0,014	5
Зміна цін на рідкі біодобрива	1%	1 178 918,23 €	1 188 322,86	9 404,64 €	0,80%	0,798	1

Таблиця 2.8

Оцінка впливу чутливості на зміну ЧТВ економічний аналіз проектного розрахунку тис. грн

Чинник впливу якого на ЧТВ досліджується	Зміна чинника, %	Базове значення ЧТВ	Нове значення ЧТВ	Абсолютна зміна ЧТВ, тис. грн	Відносна зміна ЧТВ, %	Еластичність ЧТВ	Рейтинг
Відсоток дисконтування	1%	2 168 156,53 €	2155443,06	-12 713,47 €	-0,59%	-0,586	1
Інвестиційні витрати	1%	2 168 156,53 €	2166958,03	-1 198,50 €	-0,06%	-0,055	4
Ціни на енергоносії	1%	2 168 156,53 €	2174844,72	6 688,19 €	0,31%	0,308	3
Зміна вартості витрат на обслуговування БГУ	1,00%	2 168 156,53 €	2167952,787	-203,75 €	-0,01%	-0,009	6
Зміна вартості депонування вуглецю	1,00%	2 168 156,53 €	2169144,111	987,58 €	0,05%	0,046	5
Зміна цін на рідкі біодобрива	1,00%	2 168 156,53 €	2180634,494	12 477,96 €	0,58%	0,576	2

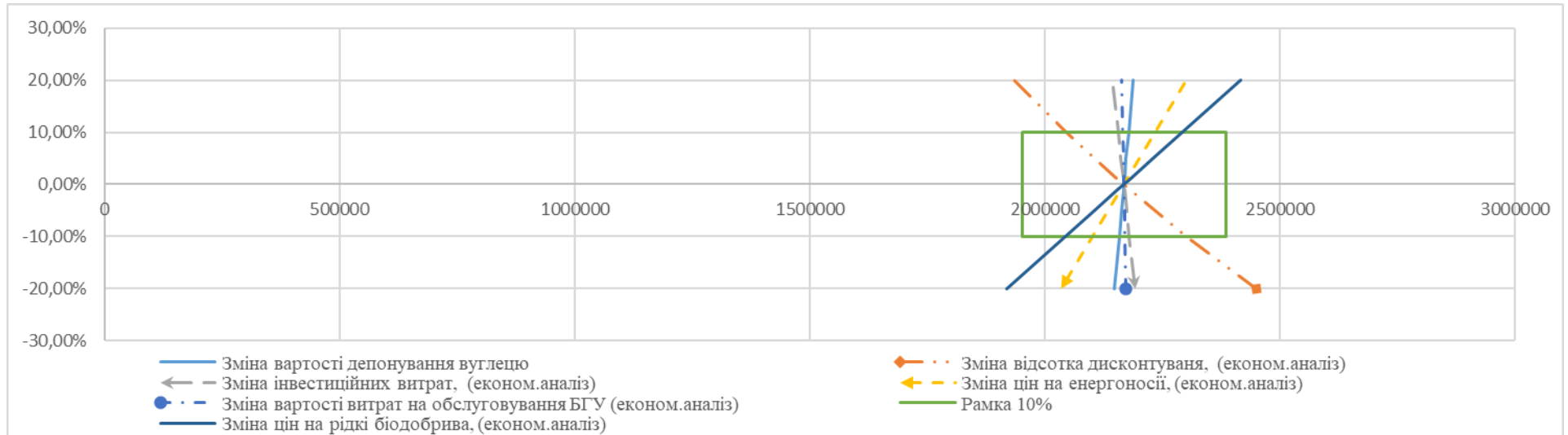


Рис.2.34.Павукоподібна діаграма економічного аналізу

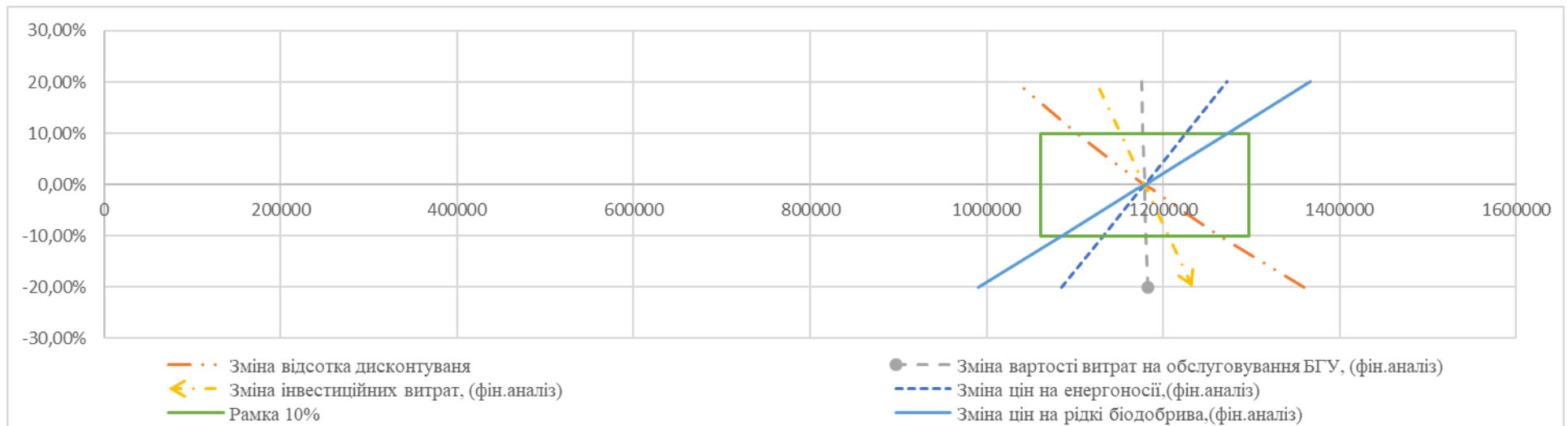


Рис.2.35.Павукоподібна діаграма фінансового аналізу

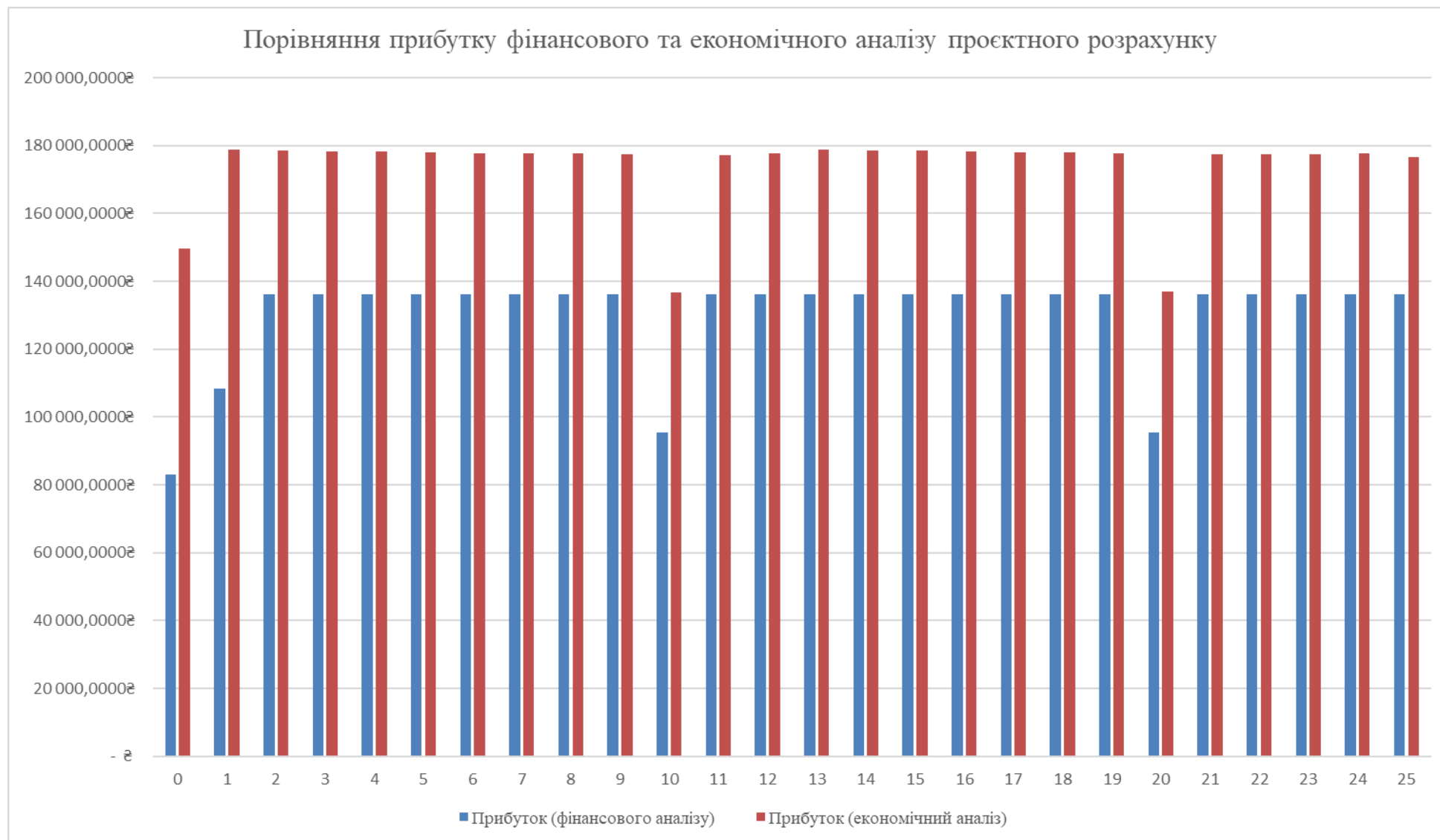


Рис 2.36. Порівняння прибутку фінансового та економічного аналізу проєктного розрахунку

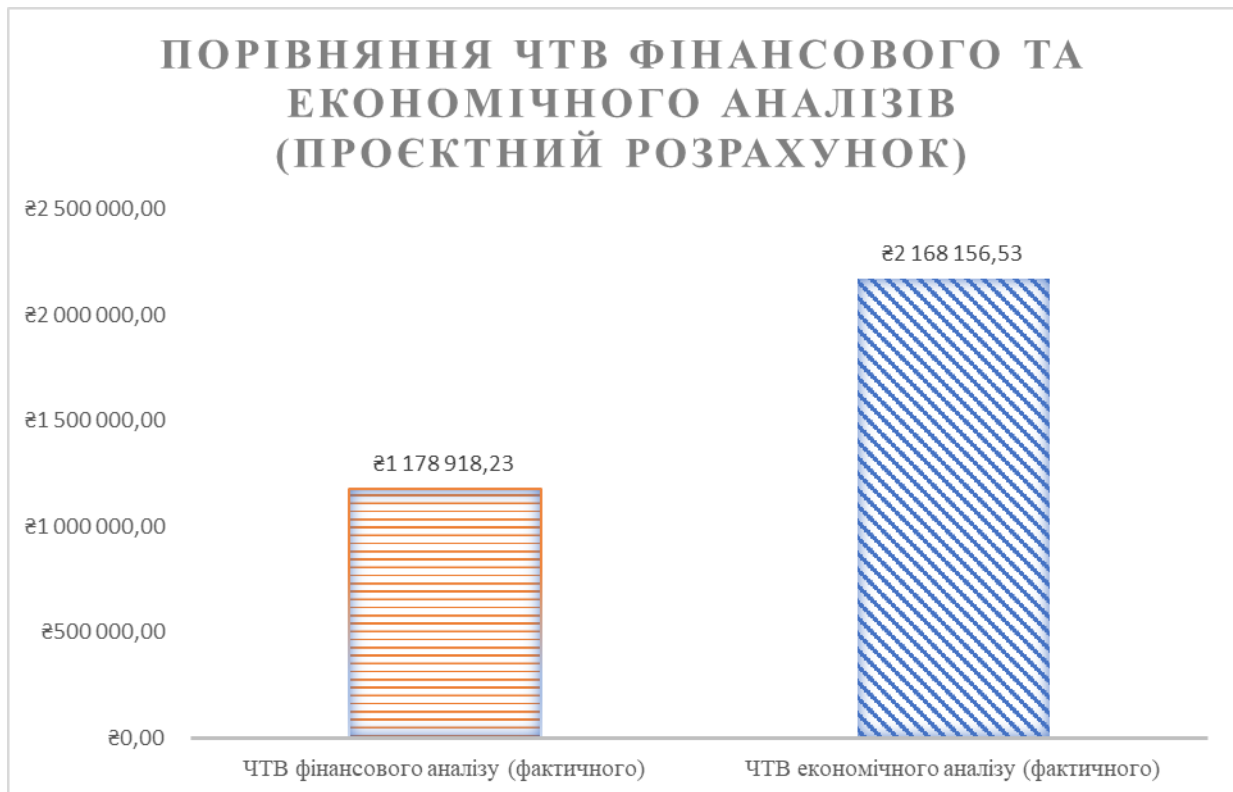


Рис.2.37. Гістограма порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (проектний розрахунок)

Аналізований проєкт матиме доволі позитивний ефект на соціальну сферу, оскільки покращиться якість життя населення регіону та знизиться ризик для життя і здоров'я, а також забезпечить 4 робочих місця. При цьому даний проєкт має і вплив на діяльність ПРАТ «Оріль-Лідер» у повному обсязі та відповідно створенні 1635 робочих місць, його важко обрахувати але він є. Тобто підприємство є таким, яким ми бачимо його сьогодні.

Враховуючи, що з однаковими витратами економічний аналіз показує кращу прибутковість у порівнянні з фінансовим у кожному році діяльності БГУ. Перш за все це викликано альтернативною вартістю утилізації відходів, та розрахунковими щорічними надходженнями від скорочення викидів парникових газів (відповідно до ідеї Кіотського протоколу).

Якщо проаналізувати надані дані фактичної діяльності БГУ «Оріль-Лідер» у Дніпропетровській області, а саме: кількості електроенергії, об'єму отриманих

біодобрив, об'єму біогазу, маси зниження викидів у CO₂-екв., утилізованих стічних вод від діяльності птахофабрики та пташиного посліду.

Отримаємо наступні дані, які зазначені у рис.2.38-2.41 та у дод. Б.1-Б.3, які вказують нам на значно вищі показники прибутків ніж були отримані у ході розрахунків здійснених на основі даних зазначених у проєктній презентації [188]. Показник ЧТВ фінансового та економічного аналізу реального проєкту є значно вищими ніж показники фінансового та економічного аналізу проєкту і це чітко видно на рис.2.40-2.41. У розрахунках фінансового та економічного аналізу фактичного проєкту внесені фактичні показники діяльності до 2019 року. Та розраховано усереднене значення даних показників, які зазначені до кінця експлуатаційного періоду. Це наступні показники: кількості електроенергії, біодобрива, парникових газів, вартості газу (за матеріалами НАК Нафтогаз, ціна за рік усереднені та після 2020 середнє значення плюс приріст кожних 5 років) [37], розміру «зеленого» тарифу (за матеріалами НКРЕКП, після 2020 останнє значення протягом 5 років та мінус 10 відсотків кожні 3 роки починаючи з 2026 р. та з 2031 стабільний показник до кінцевого терміну експлуатації) [103]. Ціна рідкого біодобрива прирівнювалась до вартості гумату калію (на основі характеристик органічного добрива, яке стимулює ріст рослин та покращує структуру ґрунту, було відраховано 20% від вартості на фасування, тару та сертифікати) [209].

Вартість твердих біодобрив прирівнювалась до універсального органічного добрива на основі курячого посліду (з відрахуванням 20% на фасування та сертифікацію) [210]. Звичайно, якщо враховувати, що це піде на власні потреби, то прибуток буде більший без цих додаткових відрахувань.

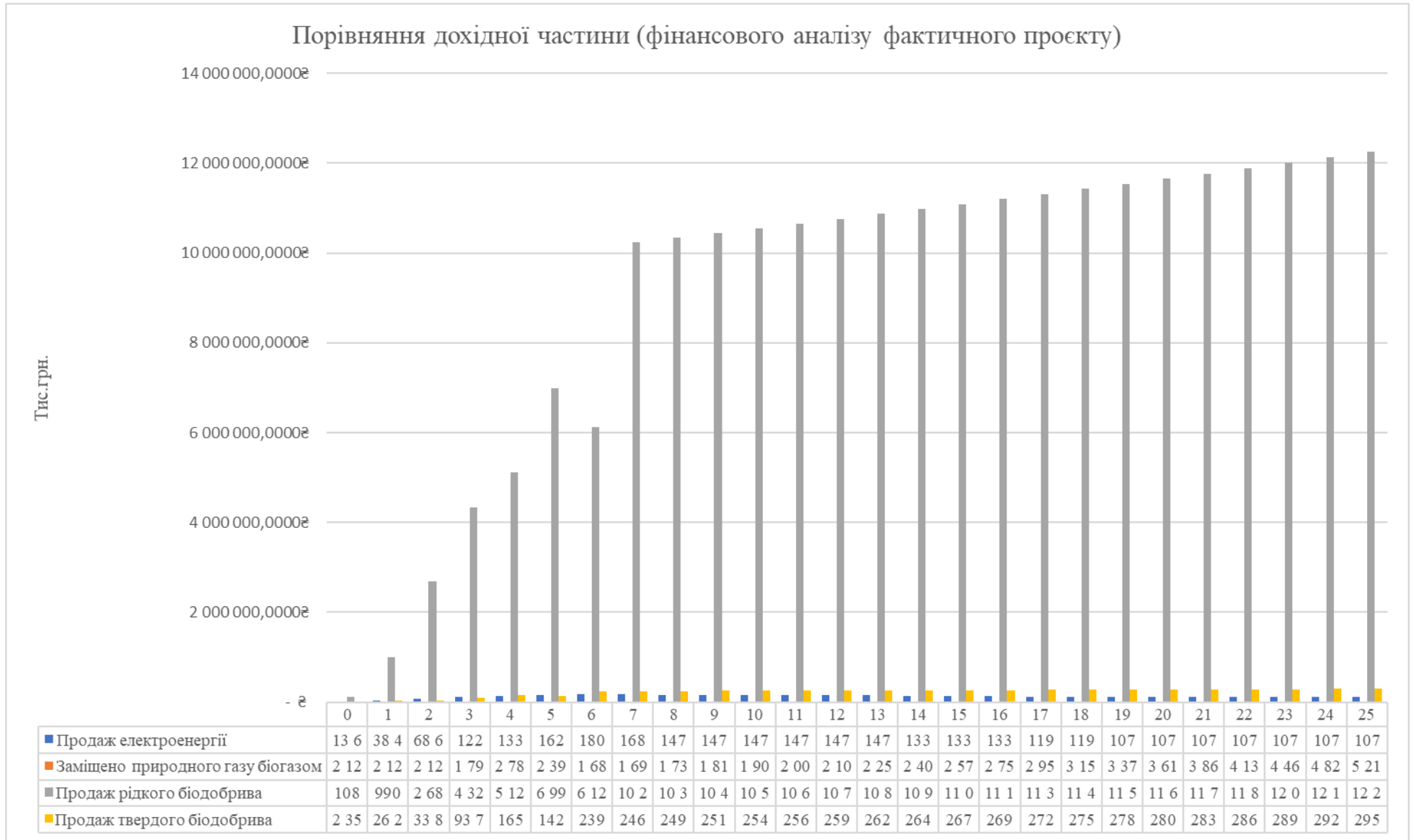


Рис 2.38. Порівняння дохідної частини (фінансового аналізу фактичного проєкту)



Рис 2.39. Порівняння дохідної частини (економічний аналіз фактичного проєкту)



Рис 2.40. Порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (фактичного проєкту)



Рис 2.41. Порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (фактичного проєкту)

Також значний об'єм коштів від діяльності БГУ може бути використаний на формування покращеної цінової політики у кризові місяці (рис.2.42). Чим створюватиме вигіднішу пропозицію та тим самим сприятиме підтримці або ж збільшення об'єму реалізації продукту. Тобто є можливість впливати на ринок, при цьому підтримуючи оптимальні об'єми для виробництва, що є важливою складовою виробничого процесу, а також оптимізації витрат та прибутку.



Рис 2.42. Можливості зміни ціни на курятину при 60% дотації від доходу біогазової установки (Розроблено автором на основі даних фінансового аналізу реального проєкту та фінансові результати діяльності МХП [204])

Розглядаючи можливі впливи на проєкт можна виділити додатково наступні показники, які потребують детальнішого аналізу: відсоток дисконтування (сенситивний аналіз довів його значущий вплив), курс валют (проєкт запускався коли курс долара США складав 7,99 грн та євро 10,68 грн), вплив вартості біодобрив (оскільки вони приносять левову частку доходу). А також варто додатково проаналізувати вплив переробки синьо-зелених водоростей в розрізі аналізу витрат і вигід, оскільки цей проєкт має значний вплив на здоров'я населення, забезпечення якісною питною водою, стан акваторії Чорного моря та прибуток для підприємства, яке буде займатись утилізацією цього забруднювача.

Порівняння дохідної частини фінансового аналізу фактичного проєкту з 13,5 % дисконтування та економічного аналізу 6% (додаток В рис В.4-В.5) можна

побачити, що відсоток дисконтування вплинув на дисконтоване сальдо операційної та інвестиційної діяльності та пов'язані з ним показники такі, як ЧТВ. Показник ЧТВ відчутно знизився як у фінансовому аналізі, так і в економічному. Щодо показників дисконтованого сальдо операційної та інвестиційної діяльності, то тут проглядається відчутна різниця при фактичному проєкті і з модельованими даними реального (13,5%) відсотку дисконтування, які представлені у додатку В рис.В.6-В.7.

Якщо говорити про вплив фактичного курсу (додаток В рис.В.8 та В.9) (курс євро 30,09 грн та долара США 27,8 грн на 20.03.2020 [95]), то він має незначний вплив на зниження показника ЧТВ.

Дохідна частини фінансового аналізу фактичного проєкту з 13,5 % дисконтування та економічним аналізом з 12,5% дисконтування та реальним курсом валют, (курс євро 30,09 грн та долара США 27,8 грн на 20.03.2020 [97]) представлена у додатку В рис.В.10-В.11. Можна побачити, що відсоток дисконтування вплинув на дисконтоване сальдо операційної та інвестиційної діяльності та пов'язані з ним показники, а у сукупності з курсом валют, який хоч і незначно, але синергійно підвищив об'єм інвестиції у гривні на закупівлю обладнання та будівництво БГУ. Показник ЧТВ відчутно знизився це видно на рис.2.43 як у фінансовому аналізі, так і в економічному.

При проведенні аналізу витрат та вигід та заміщенні показника продажу електроенергії на продаж біометану, отримуємо цікаві показники (додаток В рис.В.12-В.13). Загальні показники ЧТВ фінансового та економічного аналізу показують дуже незначне зменшення (рис.2.44). При порівнянні доходів від реалізації біогазу та електроенергії, які зображені на рис.2.45 ми бачимо спершу наростання об'єму доходів від продажу електроенергії, але з 7 року реалізації проєкту йде спад, який зумовлений фактичним зменшенням середньозваженого показника «зеленого» тарифу для біогазу. Показник 2020 року зазначений ідентичний протягом наступних п'яти років. А вже з 2026р. віднімаємо від цього показника 10%, та в 2029 віднімаємо від показника з 2026 р., а в 2031р. віднімаємо 10% від показника 2029р. і отримуємо значення 2,375884 грн/кВт, якщо

припустити такі ж темпи росту вартості електроенергії, які зберігались протягом останніх 5 років, то навіть без врахування інфляції вони досягнуть даного значення.

І варто відзначити, що для ринкових умов продаж електроенергії вартість якої наближена або конкурентна ринковій ціновій політиці, буде робити біоенергетику конкурентною традиційним енергетичним виробництвам та стимулюватиме її розвиток.

Щодо біометану (вартість прирівняна до природного газу) та його вартість гіпотетично повинна б рости, до 2022 на 2 %, після на 5%, а вже з 2026р. і до кінця проекту на 7% від попереднього року. Тому дохідність від реалізації біогазу росте до завершення реалізації проекту (рис.2.45). І гіпотетично теж буде представляти ринкову вартість біометану. Основна відмінність природного газу з біометаном, це можливість виробництва біометану з відходів, тобто зменшення забруднення навколишнього середовища та його швидка порівняно з природним газом відтворюваність. Природний газ відноситься до вичерпних енергетичних ресурсів, які дуже повільно накопичують в порівнянні з темпами використання.

Якщо не враховувати дохід від продажу біодобрива як рідкого, так і твердого, то доходи від реалізації біогазу та заміщенням природного газу роблять проєкт менш привабливим. При цьому все одно цей проєкт залишається рентабельним, але вже з набагато нижчим показником ЧТВ (додаток В рис.В.14-В.17). Так показники рентабельності реалізації біогазу без врахування біодобрив у фінансовому аналізі складають 4,58. Щодо терміну окупності, то він складе 4 роки. У економічному аналізі реалізації біогазу без врахування показника прибутку від біодобрив залишаються досить високими, рентабельність – 386,42, термін окупності складає 1 рік.

ПОРІВНЯННЯ ЧТВ ФІНАНСОВОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗІВ (ФАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ ТА ФАКТИЧНОГО ІЗ ЗМІНЕНИМ КУРСОМ, ВІДСОТКОМ ДИСКОНТУВАННЯ, А ТАКОЖ ВІДСОТКОМ ДИСКОНТУВАННЯ ТА КУРСОМ ВАЛЮТ)

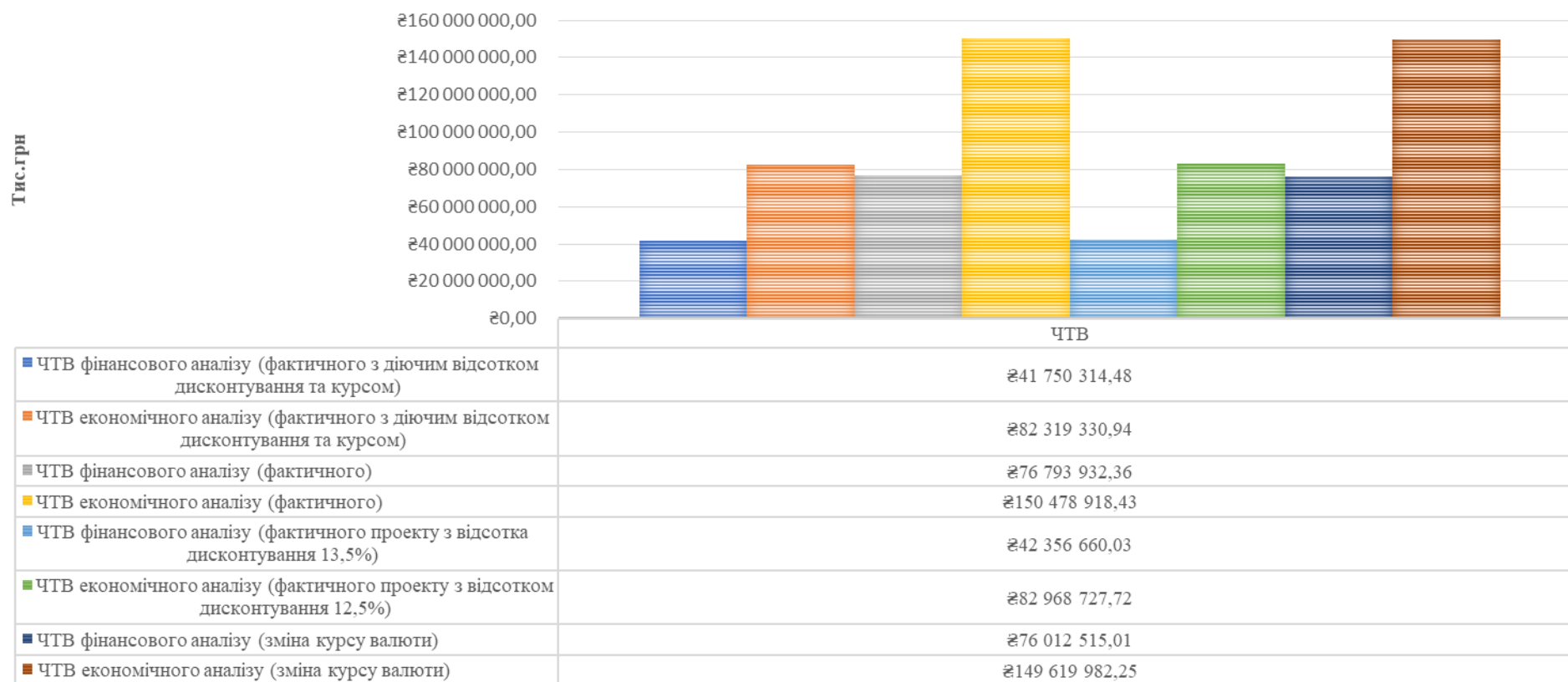


Рис.2.43. Порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (фактичного проекту та проекту зі зміненим відсотком дисконтування, проекту зі зміненим курсом валют, а також реальним відсотком дисконтування та курсом валют)



Рис.2.44. Порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (фактичного проекту з реалізацією біогазу)

Показники ЧТВ в порівнянні з фактичним проектом та фактичним проектом без реалізації біодобрив наведені на рис.2.46. З даних показників можна зробити висновок, що проект продажу біогазу при виключенні реалізації біодобрив є гіршим ніж фактичний проект з реалізацією електроенергії по «зеленому» тарифу. Розглядаючи фактичний проект без врахування реалізації біодобрив у фінансовому аналізі показник рентабельності складає 7,245, термін окупності 4 роки і ЧТВ відчутно більше ніж у проекті з реалізацією біогазу без врахування біодобрив (рис.2.46). Рентабельність в економічному аналізі складає 389,88, термін окупності 1 рік, різниця показника ЧТВ не є така значна, як у фінансовому аналізі (рис.2.46). Якщо порівнювати з фактичним проектом (реалізацією електроенергії за «зеленим» тарифом) обидва проекти, які розраховувались без реалізації біодобрив є значно гіршими по показниках рентабельності, термінів окупності та ЧТВ.

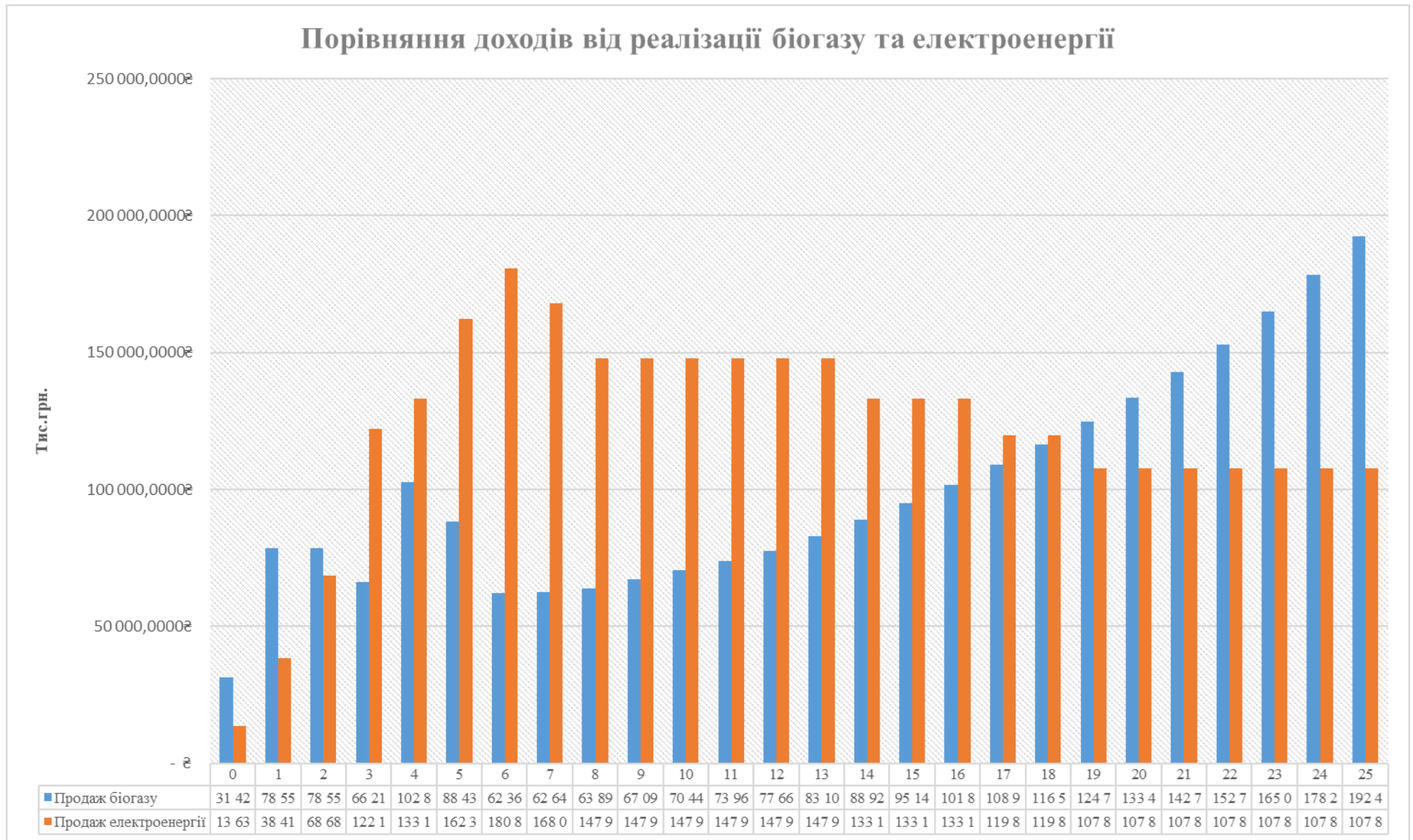


Рис.2.45. Порівняння доходів від реалізації біогазу та електроенергії

ПОРІВНЯННЯ ЧТВ ФІНАНСОВОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗІВ (ФАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ, ПРОЄКТНОГО АНАЛІЗУ, ФАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ БЕЗ ВРАХУВАННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ БІОДОБРІВ ТА ПРОЄКТУ З РЕАЛІЗАЦІЄЮ БІОГАЗУ БЕЗ ВРАХУВАННЯ БІОДОБРІВ)

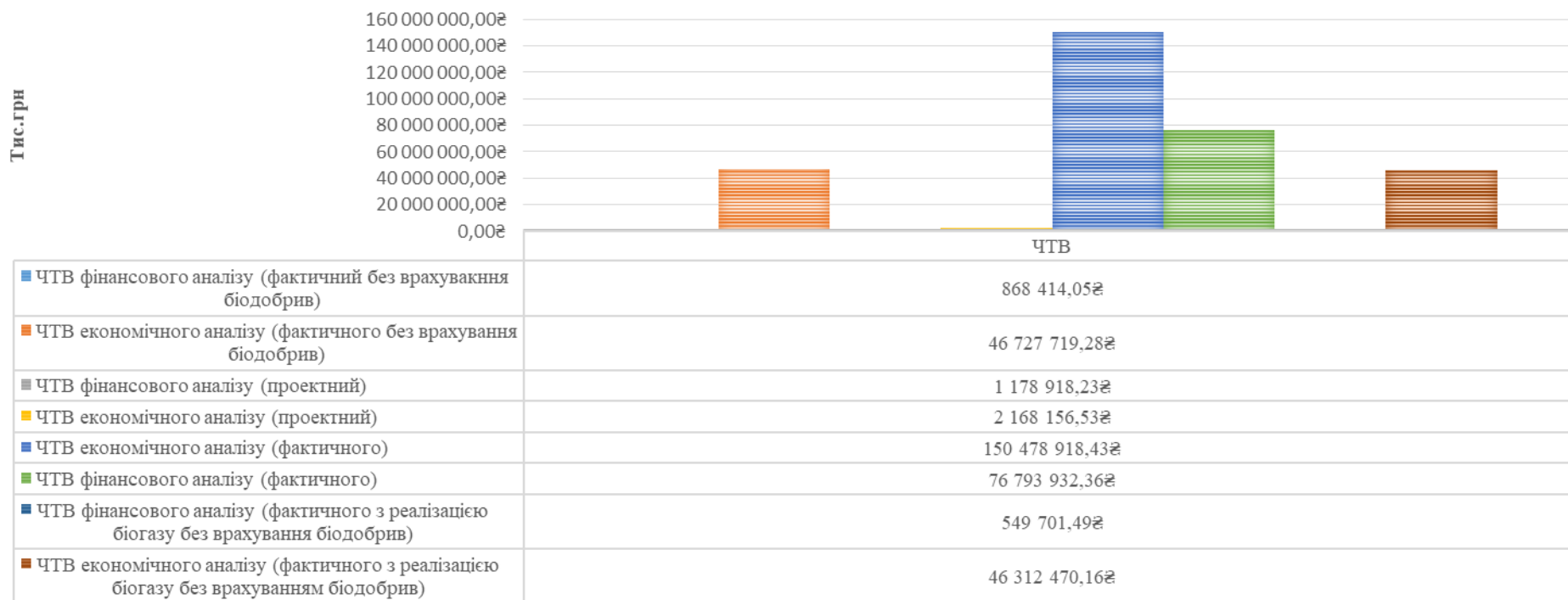


Рис.2.46. Порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (фактичного проекту, проектного аналізу та фактичного проекту без врахування реалізації біодобрив, а також фактичного проекту з реалізацією біогазу без врахування біодобрив)

ПОРІВНЯННЯ ЧТВ ФІНАНСОВОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗІВ (ПРОЄКТНОГО, ФАКТИЧНОГО ТА ФАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ З УТИЛІЗАЦІЄЮ ВОДОРОСТЕЙ)

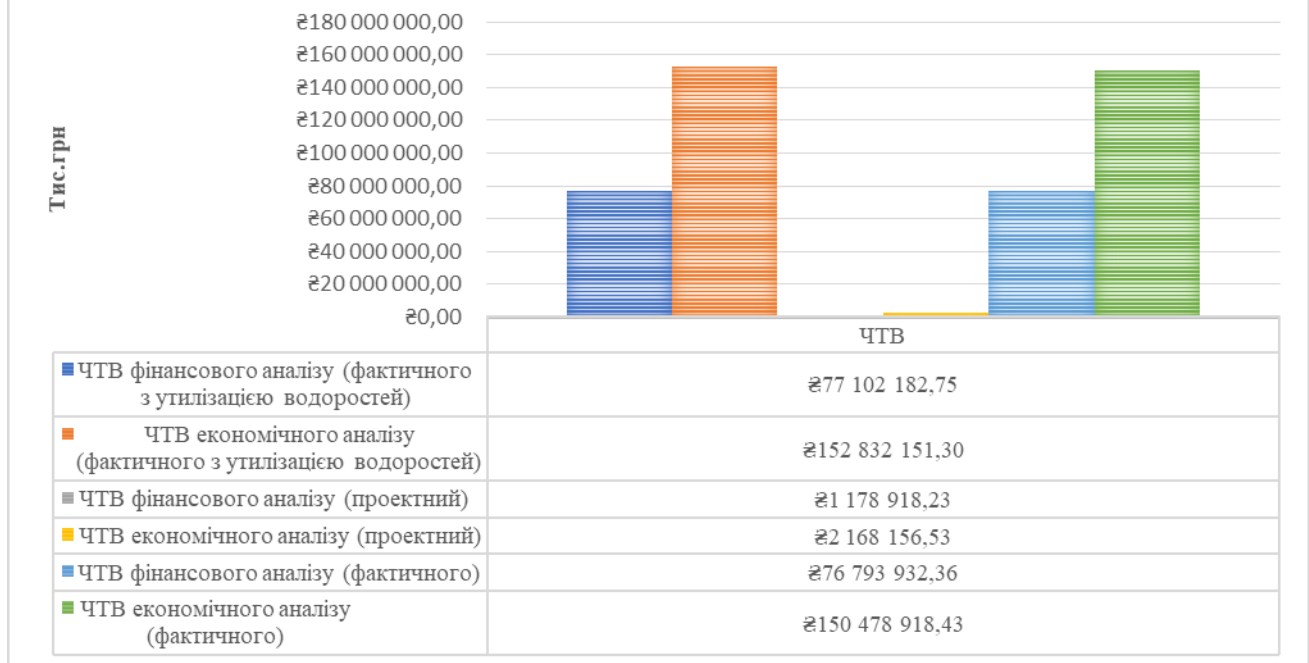


Рис.2.47. Порівняння ЧТВ фінансового та економічного аналізів (проектного, фактичного та фактичного проекту з утилізацією водоростей)

Проект з утилізацією синьо-зелених водоростей з відбором їх з Середньодніпровської ГЕС показав додатковий дохід при врахуванні тільки продажу біометану який утвориться з переробки біомаси синьо-зелених водоростей та становитиме $4,14 \cdot 10^7$ т за вегетаційний період. Піддавши цю біомасу ферментації у процесі метанового «бродіння», можна отримати до 30 млн м³ біогазу (18,8 млн м³ метану), що еквівалентно 20 тис. т нафти або 17 тис. т дизельного палива [84]. Додаткові витрати на бункер для збору сировини, будівництво додаткового невеликого біореактора та резервуарів для збору біогазу враховані у розмірі 10000 тис. грн. Щодо витрат на систему збору та систему трубопроводів від Середньодніпровської ГЕС варто обговорювати можливі інвестиції з недержавних та державних фондів у формі гранту, затребуваний середній обсяг від 8000 – 11000 тис. грн. Розраховувалось фактично отримати 75% метану (не можливо зібрати 100 % біомаси) та реалізувати його за 4640

грн/1000м³ (це мінімальний показник вартості природного газу за 2019 рік) [37]. При цьому кількість утворених біодобрив невідома і фактично не враховується та стане джерелом для підвищення дохідності проєкту по факту запуску. Даний проєкт підтверджує ефективність положення розвитку кооперації аграрних виробників застосовуючи біогазові комплекси для ефективного вирішення проблем, які утворились у навколишньому середовищі від господарської діяльності людини та одержання синергетичного еколого-економічного ефекту від даної співпраці.

Таблиця 2.9

Основні результати фінансового й економічного аналізів інвестиційного проєкту (проєктного, реального та реального з утилізацією синьо-зелених водоростей)

Аспект аналізу	Чиста теперішня вартість, тис. грн.	Внутрішній норма доходу, %	Рентабельність інвестицій, %	Термін окупності, кількість років
Фінансовий аналіз (проєктний)	1 178 918,23	182	9,836	2
Економічний аналіз (проєктний)	2 168 156,53	-	18,090	1
Фінансовий аналіз (реальний)	76 793 932,36	2457	640,7503743	2
Економічний аналіз (реальний)	150 478 918,43	-	1255,560437	1
Фінансовий аналіз (реальний з утилізацією водоростей)	77 102 182,75	2457	643,3223425	2
Економічний аналіз (реальний з утилізацією водоростей)	152 832 151,30€	-	1275,195255	1

Дохідність фінансового та економічного аналізів наведена у додатку В рис.В.18-В.19, ЧТВ проєктів з утилізацією синьо-зелених водоростей показує зростання. ЧТВ фінансового проєкту показало незначне зростання, це пов'язано з врахуванням реалізації утвореного біометану та не врахованого об'єму біодобрив,

а от економічного значніше (рис.2.47). Все це через те, що проєкт має значну вигоду для населення областей, які розташовані від Середньодніпровської ГЕС і нижче по течії Дніпра (Дніпропетровська область, Запорізька область, Херсонська область). Якщо готовність платити населення в місяць за якіснішу воду, яка буде надходити до них по річці Дніпро складе всього лиш 4 грн/ос у цих трьох областях, то різниця ЧТВ економічного аналізу проєкту з утилізацією синьо-зелених водоростей та аналізу фактичного проєкту складе 2 353 232,87 тис. грн.

Підсумовуючи можна зазначити, що фінансовий та економічний аналіз фактичного проєкту біогазового комплексу у ПРАТ "Оріль-Лідер" є значно прибутковіший, ніж передбачалось за проєктними розрахунками. Якщо розглядати аналіз проєкту із заміщення реалізації електроенергії на біометан, то видно, що реалізація біометану є все-таки менш прибуткова, ніж електроенергії (при тому, що враховувалось подальше зниження «зеленого» тарифу та зростання вартості біометану). Але видно з рис. 2.45, що з 2019 року реалізації проєкту БК статус-кво зміниться на користь біометану, якщо співвідношення змін вартості залишиться прогнозованим (подальше зниження «зеленого» тарифу та зростання вартості природного газу який розраховувався, як еквівалентний біометану). Значний вплив на ЧТВ вартості біодобрив та значення відсотку дисконтування підтвердив як сенситивний аналіз проєкту, так і змодельований аналіз фінансового та економічного проєкту з реальними даними. Так різниця ЧТВ фінансового аналізу реального проєкту з ЧТВ фінансового аналізу реального проєкту без врахування біодобрив становить 88 разів (рис.2.46). Якщо порівнювати ЧТВ реального проєкту без врахування біодобрив та аналогічного тільки з реалізацією біометану, то останній має нижчі показники. Реальний курс валют показав незначний вплив на ЧТВ, тобто показав незначне його зменшення. Також узагальнюючи можна зазначити, що важливим інструментом є моделювання впливу на рівень цієї ефективності найбільш вагомих чинників, якими в ході дослідження виявились: динаміка рівня цін на біодобрива, відсоток дисконтування та динаміка цін на енергоносії. Що дозволяє прогнозувати та

порівнювати різні можливі сценарії розвитку проєкту і як наслідок оптимізувати його (тобто обирати найоптимальніше рішення).

Щодо порівняння аналізу реального проєкту та аналізом реального проєкту з можливістю утилізувати синьо-зелені водорості, то проєкт з додатковою можливістю утилізації дає незначне підвищення ЧТВ фінансового аналізу (табл.2.9) та вже відчутніше підвищення ЧТВ економічного аналізу. Тобто еколого-економічна ефективність зростає (ріст більший у напрямку екологічної ефективності). Для суспільства термін окупності складає 1 рік (економічний аналіз), а для інвестора проєкт окупиться за 2 роки (фінансовий аналіз) для обох проєктів. Показники рентабельності як фінансового, так і економічного аналізу є більшими у проєкті з можливістю утилізації синьо-зелених водоростей. Такий проєкт має відчутно більший позитивний ефект на соціальну сферу, оскільки покращить якість життя населення регіону. Тому що знижує ризик для життя і здоров'я населення за рахунок не тільки ефективної утилізації відходів, зменшення викидів парникових газів, але і значно зменшить концентрацію органічного забруднення річки Дніпро, при цьому інвестор отримує додатково біогаз та біодобриво і відповідно збільшує свій дохід. У цьому аналізі було розраховано реалізацію утвореного біометану без врахування реалізації утворених біодобрив, які тільки збільшать прибутковість такого проєкту. Тому оптимальним з еколого-економічної точки зору виглядає проєкт комплексної утилізації органічних відходів на підприємстві ПрАТ «Оріль-Лідер» та органічного забруднення синьо-зеленими водоростями річки Дніпро.

2.3. Чинники, що впливають на еколого-економічну ефективність виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки

Отримання біогазу – це складний процес. І тільки при дотриманні оптимальних умов його виготовлення та когенерації можна отримати максимальну еколого-економічну ефективність від виробництва та використання біогазу.

Передумови ефективної роботи біогазового комплексу:

1. Правильно спроектований та побудований БК з дотриманням усіх показників, якості матеріалів, ізоляції, технологічного обладнання. Враховані особливості сировини, яка буде використовуватись;

2. Правильно витриманий процес пусконаладки до отримання першого біогазу та перехід на робочі потужності. Додаткова корекція виробничого процесу ;

3. Підготовка біогазу до необхідних параметрів та якісних показників для стабільної когенерації (очистка від сірководню, осушення, охолодження);

4. Налаштування когенерації з виходом на робочі параметри. Перевірка під навантаженням;

5. Щоденний контроль основних параметрів для стабільного функціонування БК та оперативний вплив при їх зміні [121].

Варто розглядати детальніше дані передумови та враховувати кроки, які мають значний вплив на підвищення ефективності в кожному з даних етапів:

1.Проектування та будівництво:

- Врахувати місце розташування біогазового комплексу;
- Врахувати існуючі комунікації і мережі (для правильної видачі енергії в мережу, використання додаткових ресурсів);
- Врахувати логістичні особливості доставки, зберігання, складування та контролю якості та кількості вхідної сировини;
- Компактно розмістити основне обладнання та технологічні споруди;
- Передбачити використання вимірювального обладнання на всіх етапах виробництва;
- Використовувати якісні матеріали (бетон, утеплювач, труби і т. д.) [55];
- Врахування потреби розширення потужностей на перспективу.

2.Пусконаладні роботи і вихід на планову потужність (вважається найскладнішим етапом):

- Персонал для обслуговування і експлуатації (біотехнологи, оператори);
- Лабораторне обладнання та реактиви для контролю процесу запуску;
- Програма виходу на планову потужність та її чітке дотримання;

- Наявність достатньої кількості сировини необхідної якості [55];
 - Культура бактерій для оперативного та ефективного запуску процесу бродіння.
3. Підготовка біогазу до необхідних параметрів та якісних показників для стабільної когенерації чи передачі у ГТС (очистка від сірководню, осушення, охолодження, доведення до стандартизованих фізичних показників):
- Отримання першого біогазу;
 - Досягнення проєктної кількості метану в біогазі;
 - Запуск та налаштування системи десульфуризації (очистки від сірководню);
 - Підтримання стабільних біологічних та технологічних параметрів роботи БК;
 - Досягнення проєктних виробничих показників;
 - Налаштування блоку підготовки та транспортування біогазу до когенерації [55] або ж передачі у ГТС;
 - Підбір ферментів для оптимізації процесу бродіння та підвищення якості і виходу біогазу.
4. Когенерація або ж передача газу в ГТС:
- Монтаж та пусканаладка когенераційних блоків або системи передачі газу;
 - Завершення робіт по видачі електроенергії в мережу відповідно до ТУ;
 - Тестування когенераційних блоків з поступовим збільшенням потужності;
 - Вихід на стабільну генерацію [55];
 - Підготовка біометану для транспортування по ГТС (перевірка фізичних показників та їх відповідності стандарту, контроль за їх дотриманням).
5. Забезпечення стабільного функціонування:
- Жорсткий контроль якості і кількості вхідної сировини;
 - Контроль дотримання технологічних етапів (завантаження, змішування, сепарування та ін.);
 - Щоденні лабораторні дослідження (біогазу та біодобрих);
 - Внесення змін в технологічний процес на основі результатів лабораторних досліджень, для дотримання стабільного виробництва біогазу;
 - Організація вчасного ТО основного обладнання та вимірювальних приладів;

- Створення складу запасних частин для вчасного проведення ТО та аварійно-ремонтних робіт [55];
- Модернізації виробничих потужностей та основних вузлів у відповідності до стану технологій.

Це дуже стислий та узагальнений перелік передумов, які мають вплив на роботу БК. Звичайно лівову частку впливу займає сировина та анаеробний процес бродіння з його особливостями, від якого залежні фізико-хімічні властивості біогазу та біодобрих, а також на скільки ефективні можливості його транспортування та переробки в когенераціях на електроенергію чи тепло, або ж після доведення біометану до показників природного газу до передачі у ГТС. При цьому протікання анаеробного процесу залежить від низки факторів. Найбільш впливові такі:

- конструктивні особливості біогазової установки;
- необхідні умови для перероблення органічних відходів всередині реактора біогазової установки;
- фактори оптимізації напрямків процесу анаеробного бродіння;
- системи теплогазопостачання комплексу біогазових реакторів;
- можливість рекуперації тепла від утвореного продукту;
- особливості газгольдерів системи біоконверсії;
- ефективність роботи біогазового реактора та шляхи підвищення її;
- вплив тепловтрат та їх межі;
- оптимальні теплоізоляційні конструкції біогазових установок;
- шляхи вдосконалення устаткування для інтенсифікації процесу анаеробного бродіння субстрату в біогазових установках;
- перемішувальні пристрої для інтенсифікації теплообмінного процесу анаеробного бродіння.

Варто звернути увагу на економічну складову виду реалізації отриманої енергії. З підрозділу 2.2. видно, що економічно доцільніша реалізація електроенергії за «зеленим» тарифом. Варто також для власних потреб мати запас

біогазу для аварійного забезпечення підприємства електроенергією під час аварій чи перебоїв з подачею електроенергії.

Анаеробний процес та його особливості. Оскільки розкладання органічних відходів відбувається за рахунок діяльності певних типів бактерій, то істотний вплив на нього робить навколишнє середовище. Кількість газу, що продукується значною мірою залежить від температури: чим тепліше, тим більша швидкість і ступінь ферментації органічної сировини. Саме тому перші установки для одержання біогазу з'явилися в країнах з теплим кліматом. Однак застосування надійної теплоізоляції, а іноді і підігрітої води, дозволяє освоїти застосування генераторів біогазу в районах, де температура узимку опускається до мінус 20°C. Існують також певні вимоги до сировини. Вона повинна бути придатна для розвитку бактерій, містити органічну речовину, що біологічно розкладається, й у великій кількості воду (90-94%). Бажано, щоб середовище було нейтральним і без речовин, що заважають дії бактерій. Такими речовинами є, наприклад, мило, пральні порошки, миючі засоби, антисептичні засоби, антибіотики тощо [139].

Для одержання біогазу можна використовувати рослинні і господарські відходи, гній, стічні води та інші відходи. У процесі ферментації суміш в резервуарі має тенденцію до поділу на три фракції. Верхня – кірка, утворена з великих часток, яка захоплюється пухирцями газу, що піднімаються. Через якийсь час вона може стати досить твердою і буде заважати виділенню біогазу. У середній частині ферментатора накопичується рідина. В нижній частині фракція випадає в осад. Бактерії найактивніші в середній зоні. Тому вміст резервуара необхідно періодично перемішувати, бажано до шести разів на добу. Перемішування може здійснюватися за допомогою механічних пристосувань, гідравлічними засобами (під дією насоса), під напором пневматичної системи (часткова рециркуляція біогазу) чи за допомогою різних методів самоперемішування [139].

Анаеробне бродіння в біореакторі процес складний і хиткий, на нього впливають як зовнішні, так і внутрішні чинники. Основні фактори, що впливають на процес бродіння [7,15,152, 38,139]:

- зовнішня температура;
- внутрішня температура середовища;
- лужність середовища, Рн;
- наявність речовин інгібіторів;
- фракційний склад субстрату та його вологість і в'язкість;
- час бродіння;
- інтенсивність перемішування;
- вплив хімічного складу та типу вихідного матеріалу;
- термостабілізація процесу бродіння;
- тиск в системі;
- будова резервуара.

Вплив деяких із наведених чинників є досить значним і недотримання технологічних меж може зупинити процес. Інші мають не такий критичний вплив, але при сукупності дії всіх чинників їх ефект сумується. Жорсткість середовища повинна бути для нормального процесу бродіння в межах 1500-5000 мг СаСО₃ на 1 літр субстрату, а значення Рн в межах 6,5-7,5. До речовин, що сповільнюють процес бродіння, належать: солі важких металів, антибіотики, аміак, розчинники, лужні метали, поверхнево активні речовини, що містяться у мийних засобах. Наприклад, гранично допустима концентрація міді складає 10 мг на 1 літр субстрат, нітратів – 50 мг/л., аміаку – 1500 мг/л. Субстрат для анаеробного бродіння є суспензією з концентрацією сухої речовини 2...12%. Довжина стебел соломи, що може знаходитися в ньому, не повинна перевищувати 3 см. Більш великі значення наведених речовин призведуть до збільшеної в'язкості середовища, а відповідно до ускладнень при перемішуванні і утворенні бульбашок газу. Велика в'язкість середовища не дозволить отриманим бульбашкам газу вільно прориватися через нього назовні [139].

Процес утворення метану відбувається у три основні стадії (рис 2.49): на першій стадії ферментативні бактерії гідролізують органічну речовину субстрату з утворенням кінцевих продуктів у вигляді оцтової кислоти і інших ненасичених жирних кислот, СО₂ і водню. На другій стадії ацетогенні бактерії виробляють

водень і оцтову кислоту з кінцевих продуктів першої стадії. Третя стадія – розклад метаногенними бактеріями оцтової кислоти, CO_2 і водню в метан. У процесі розкладу важливе значення має наявність водню в системі [139].



Рис. 2.48. Структура стадій розкладання органічної речовини [139].

Час бродіння залежить від типу субстрату, заданої глибини розкладання органічних речовин, типу реактора, температурних режимів та інших чинників. Реактор може працювати в безперервному та в дискретному режимі.

Безперервний режим дозволяє постійно отримувати біогаз, але вимагає великої кількості органічної маси та спеціальних конструкцій реакторів[139].

Найбільший вихід біогазу спостерігається при надходженні в реактор такої кількості органічної маси, яка на даний час вже розклалася. В іншому випадку кількість наявних бактерій буде не в змозі розкласти нову порцію органіки і процес буде проходити повільніше. Дискретний режим дозволяє отримати більшу кількість біогазу з одиниці маси речовини, але потребує на ферментацію більше часу. Збільшення часу бродіння дозволяє більш глибоко розкласти органічні речовини, таким чином зменшуючи токсичність шламу, що залишається після бродіння, покращити якість біогазу, збільшуючи концентрацію CH_4 . Оптимальним вважається час бродіння 10...20 діб. За цей період досягається максимальна якість отриманого біогазу та максимальне розкладення органіки.

Оптимальне завантаженням робочого об'єму біореактора для різних видів органічних речовин наведено в таблиці 2.10 [7].

Таблиця 2.10.

Завантаження робочого об'єму реактора, час перебування і розкладання органічних речовин при температурі 33°C[7].

Джерела органічних відходів	Завантаження органіки на 1м ³ реактора на добу, кг	Час бродіння, діб	Ступінь розкладення маси, %
Дійні корови	6,0	15	40
Бички	4,5	10	40
Свині	3,0	10	50
Кури	1,5	50	55

Продукт анаеробного бродіння – біогаз – є багатокомпонентним газом, склад якого варіюється залежно від вихідної сировини, умов та часу бродіння. Основними компонентами біогазу є метан (50...70%), вуглекислий газ (25...45%). Також до складу входять сірководень та водень, загальна частка яких не перевищує 3%. Рівень баластових домішок в біогазі сягає рівня 50%, які не тільки перешкоджають використанню газу, але і шкодять обладнанню, трубопроводам та газгольдерам. Основні фізико-хімічні властивості біогазу наведено в додатку Г таблиці Г.1 [139].

У результаті бродіння утворюється з органічної маси шлам, який є надзвичайно цінним добривом, що містить у собі велику кількість аміаку, з'єднань калію та фосфору. Шлам не має характерного запаху, що властивий вихідній масі до бродіння. В результаті термічної обробки гинуть хвороботворні бактерії та личинки шкідників. Оптимальним терміном бродіння для знешкодження переважної більшості бактерій є тридцять днів. Менший час бродіння може призвести до неповної стерилізації субстрату. Після оброблення в біогазовій установці шлам дозволяється зразу вивозити на поля як добрива, ніякої бактеріологічної небезпеки він не несе. Одночасно з бактеріями знешкоджується насіння рослин, що може знаходитися в субстраті. Біошлам доцільно розділяти на компоненти: рідка та тверда фази [139].

Біогазовий реактор – основа будь-якої біогазової установки, тому до його конструкції висуваються досить жорсткі вимоги. До основних вимог належать: гідравлічні, технологічні, теплотехнічні, економічні та естетичні. За формою резервуари бувають: яйцеподібні; циліндричні; кулеподібні, з конусом доверху; донизу; з обох боків; у вигляді траншеї; кубічні; еластичні. Найоптимальнішими за своїми гідравлічними та експлуатаційними характеристиками є яйцеподібні резервуари, далі йдуть з конусами та циліндричні резервуари. Ці форми дозволяють зменшити гідравлічний опір при перемішуванні субстрату, уникнути застійних зон, через відсутність кутків, локалізувати місця збирання шламу та біогазу. Основним матеріалом для виробництва резервуарів є бетон і полімерні матеріали. За конструктивними особливостями біогазові установки поділяють на одно- та багатореакторні. Багатореакторні установки дозволяють досягти безперервного циклу бродіння та мають велику продуктивність, що дозволяє забезпечити потреби великого господарства біогазом [7,139]. Корпус біогазового реактора повинен бути досить міцний при абсолютній герметичності його стінок. Обов'язковими є надійна теплоізоляція стінок та їх властивість протистояти корозії. При цьому необхідно передбачити можливість завантаження та вивантаження реактора, а також доступ до його внутрішнього простору для обслуговування [7]. Принцип роботи всіх біогазових установок однаковий: після збору й підготовки сировини, що полягає в доведенні її до необхідної вологості в спеціальній ємності, вона подається в реактор, в якому створюються умови для оптимізації процесу анаеробного бродіння [33].

Практично досяжний в промисловій установці вихід газу залежить від багатьох факторів, вплив яких обумовлюється конструкцією установки та виробничими умовами. Суттєве значення впливу конструктивних параметрів мають такі фактори:

- завантаження робочого простору (кількість завантаженого субстрату, що припадає на одиницю чистого об'єму реактора, а також продуктивність його завантаження);

- технологічний час циклу анаеробного бродіння (час перебування в реакторі органічної маси, яка в нього закладена);
- інтенсивність перемішування субстрату в об'ємі реактора [7].

Більшу продуктивність мають багатореакторні установки, в яких забезпечується безперервний цикл анаеробного бродіння. Енергозбереження та ресурсозбереження в системах альтернативної енергетики є пріоритетним завданням. Економія енергії та ресурсів при виробленні біогазу досягається за рахунок: термостабілізації процесу бродіння; утилізації теплоти виробленого біогазу; утилізації теплоти відпрацьованого шламу; тепло- і гідроізоляції реакторів; гнучкої системи теплопостачання; зменшення розмірів теплообмінних апаратів; оптимізації конструкцій реакторів; використання інформаційно-вимірювальних систем для контролю та дотримання максимальної продуктивності реактора [139].

Недоліком відомих типів біогазових реакторів є те, що за рахунок недостатнього та нерівномірного прогрівання суміші, коливання температур в об'ємі субстрату стають значними. Це порушує технологічні вимоги та зменшує продуктивність щодо виходу біогазу порівняно з теоретичним. За рахунок вертикального градієнта температур у нижній зоні утворюється холодний малорухомий шар, а верхня зона перегрівається. Також до основних недоліків можна віднести великі площі теплообмінників, що призводить до значного зростання вартості спорудження реактора [144].

Процес термостабілізації в біореакторах – це вирівнювання полів температур по об'єму та дотримання температурних режимів. Досягнення термостабілізації можливе при автоматизованому контролі параметрів температурних режимів, активному перемішуванні та рівномірному прогріванні субстрату. Метаболічна активність анаеробних бактерій знаходиться в прямій залежності від температури середовища. Зі зростанням температури вихід газу і розкладання органіки збільшується, і навпаки, зі зменшенням температури до 15 °C процес бродіння припиняється. При мезофільному процесі вихід газу буде складати 0,8 – 1,0 м³ на кілограм розкладеної органіки або 0,4 – 0,6 м³ на кілограм

внесеної сирової органічної маси. Для підвищення вироблення біогазу з субстрату необхідно збільшити час бродіння або температуру бродіння. В обох випадках при порушенні термостабілізації, процес погіршує своє протікання. Цього можна досягти шляхом конструктивних змін біореактора, поліпшення умов теплообміну, підготовки сировини, зміни температурних режимів тощо [139].

Показником ефективної роботи установки є продуктивність, вихід біогазу з одиниці об'єму біомаси, тривалість робочого циклу та енергетичні затрати із забезпечення термостабілізації та інтенсифікації біоконверсії. Ці показники в основному визначають собівартість виробництва біогазу [43, 104,156].

Тепловий режим в біогазовій установці залежить від теплоізоляційних властивостей зовнішніх огорожень біогазової установки, додаткової енергії, яка надходить у біогазову установку для забезпечення термостабілізації, а також від режиму анаеробного бродіння, для підтримання якого повинен дотримуватись тепловий баланс втрат та надходжень теплоти. Основними шляхами досягнення термостабілізації процесу виробництва біогазу є:

- рівномірне прогрівання суміші, що досягається об'ємним нагрівальним елементом (наприклад – гріючими стінками реактора);
- контрольоване перемішування субстрату за певним законом;
- малочастотне високоамплітудне вібраційне перемішування субстрату;
- локальний і масовий барботаж теплообмінника;
- влаштування енергоефективної системи теплоізоляції для запобігання тепловтрат разом з наведеними вище способами перемішування;
- автоматизований контроль температурних полів в реакторі та станом теплоізоляції, а також управління перемішуванням субстрату [139].

Якщо використовувати погано теплоізолюваний та з неправильно підібраним теплообмінником реактор, то деяких необхідних температурних режимів взагалі неможливо досягти. Наприклад, недосяжний термофільний режим в неправильно запроектованому біореакторі. Це відбувається тому, що зі збільшенням часу нагрівання субстрату в неутепленому біореакторі температура анаеробного

процесу практично не досягає оптимального значення для максимальної продуктивності виробництва біогазу [139].

При виробництві біогазу шляхом анаеробного бродіння органіки метаболічна активність і репродуктивна здатність мікроорганізмів знаходяться в функціональній залежності від температури в біогазовому реакторі. Температура впливає на об'єм газу, який можна отримати із певної кількості органічної речовини протягом заданого часу в реакторі, а також на технологічний час процесу зброджування, необхідний для вивільнення певної кількості газу при відповідній температурі. Залежно від температурного інтервалу, що підтримується в біогазовій установці в процесі роботи, розрізняють режими зброджування [139, 196]:

- кріофільний ($T < 23^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{опт}} = 20^{\circ}\text{C}$);
- мезофільний ($T = 25 - 45^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{опт}} = 32 - 42^{\circ}\text{C}$);
- термофільний ($T = 45 - 55^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{опт}} = 48 - 51^{\circ}\text{C}$).

Кріофільний режим зброджування не вимагає спеціального підігріву субстрату, протікає при температурі навколишнього середовища і використовується на невеликих індивідуальних установках у країнах з теплим кліматом. Мезофільний режим зброджування, як це підтверджено численними дослідженнями практикою експлуатації установок, протікає найбільш інтенсивно в температурному інтервалі $32 - 42^{\circ}\text{C}$ [7,202]. При цьому найбільш активно «працюють» метаногенні бактерії з максимальним утворенням біогазу. Підігрівання для стабільної температури зброджування здійснюється, як правило, прокачуванням нагрітої води через спеціальні теплообмінники, що змонтовані в біогазовій установці. Нагріту воду одержують у котельному агрегаті, використовуючи для його роботи частину виробленого біогазу, витрати якого можуть доходити до $30 - 40\%$ загального виходу. Термофільний режим дає можливість одержувати максимальну кількість біогазу за короткий термін зброджування. Інтенсивність зброджування вдвічі вище, а час перебування субстрату в біогазовій установці вдвічі менший, ніж при мезофільному [139].

Отже, визначення складових теплового балансу біогазової установки та тепловтрат через захисні конструкції при різних режимах зброджування залежно від зовнішніх температур є актуальною задачею для підвищення ефективності роботи БК [139]. Це дуже важлива властивість, якою можна керувати для вибору оптимального режиму роботи біогазового комплексу. Так якщо сировини мало, а потужності біогазового реактору значні можна на мінімальному рівні працювати, опустивши температурний режим до кріофільного, що вбереже від зупинки процесу. При нормалізації об'єму сировини знову можна перейти на оптимальний мезофільний, а при різкому збільшенні кількості сировини варто перейти на термофільний режим для підвищення потужностей переробки цих об'ємів сировини.

Для термостабілізації потрібні додаткові витрати енергоносіїв (теплоти) у процесі регулювання реакцій анаеробного бродіння в біогазовому реакторі [158, 135]. Ці втрати мають прямо пропорційну залежність від коефіцієнта теплопередачі матеріалу захисних конструкцій реактора. Для оптимізації складової теплового балансу, яка відображає втрати тепла у зовнішнє середовище, коефіцієнт теплопередачі матеріалу повинен наближатись до свого мінімального значення. Найбільш суттєві тепловтрати при термофільному режимі та температурі навколишнього середовища $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ можуть досягати величини 75 Вт. А найменші тепловтрати досягаються при термічному опорі більше $3\text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$. Це свідчить про те, що оптимальний тепловий баланс може бути забезпечений шляхом підвищення термічного опору захисних конструкцій та зменшення тепловтрат з біогазової установки [139].

Рентабельність біогазових установок пропорційна витратам енергії на обігрівання реактора. Мікробіологічні особливості протікання процесу анаеробного бродіння вимагають дотримання меж температурних режимів і температурної стабілізації, рівномірного прогріву середовища, відсутності зон переохолодження і перегріву [2,138, 134]. Щоб отримати необхідну для процесу бродіння температуру і по можливості підтримувати її на сталому рівні, варто перш за все підігріти до необхідної температури субстрат, який подається в

реактор. Додаткове підведення теплоти необхідне для компенсації теплових втрат. Теплоту можна підводити до субстрату в робочому середовищі реактора або в пристрої, який його підживлює. Оскільки перепади температури негативно впливають на хід біологічного процесу анаеробного бродіння, необхідно по можливості поєднувати підведення теплоти до реактора з інтенсивним перемішуванням субстрату. Крім того, в системі підведення теплоти необхідно передбачати, щоб на поверхнях теплопередачі не відкладалися тверді частинки субстрату. Тому рекомендовані, наприклад, високі швидкості руху субстрату відносно поверхонь теплопередачі або поверхні, які легко очищуються від твердих матеріалів (наприклад, стебел соломи, пір'я, шерсті) [7].

Для невеликих реакторів, як пристрої перемішування використовуються теплообмінні нагрівні агрегати (наприклад, гнучкі неметалеві трубопроводи, циліндричні або плоскі), через які проходить гаряча вода і які можна виймати із реактора при його очищенні. Нагрівачі, вбудовані в стінки реактора, доцільно застосовувати лише в тому випадку, коли вони можуть передавати теплоту до субстрату з обох сторін стінки, оскільки це відбувається в двокамерному реакторі з внутрішньою перегородкою. Крім того, підігрівання субстрату можна здійснювати безпосередньо, подаючи в нього гарячу воду або пару. Оскільки вода служить одночасно для розбавлення і турбулізації субстрату, який при завантаженні містить велику кількість твердих частинок, цей метод може виявитись більш ефективним [7].

Підігрівання субстрату шляхом введення пари під тиском призводить до підвищення вмісту вологи в біогазі, для усунення якої при підготовці газу до використання необхідні додаткові заходи. Рівномірну передачу теплоти до субстрату можна забезпечити за допомогою теплообмінників, розташованих поза реактором. Проте їх слід використовувати лише в поєднанні з системою вимушеної циркуляції субстрату, що спричиняє відповідне підвищення витрат енергії, але дозволяє надійно регулювати температуру бродіння. Ця система підігрівання має переваги завдяки одночасному підігріву та перемішуванню

свіжого та циркулюючого субстрату. Розташування теплообмінників поза межами реактора значно полегшує доступ до них для обслуговування та ремонту [139].

У бродильних камерах необхідно проводити стрімке перемішування для попередження виникнення у верхній частині реактора спливаючої речовини. Це значно прискорює процес бродіння і вихід біогазу. Без перемішування для отримання такої ж продуктивності об'єм реактора повинен бути значно збільшений [139]. Перемішування здійснюється:

- механічними мішалками різної форми або насосами;
- гідравлічними насадками за рахунок енергії струменя, перекачаного насосом зброджуваного гною або рециркуляцією;
- надмірним тиском біогазу, що пропускається через барботер або трубку, розташовану в нижній частині реактора [137, 154, 25].

При застосуванні обертових перемішувальних пристроїв висуваються високі вимоги до форми реактора, оскільки він повинен забезпечувати необхідні умови для зменшення утворення осаду і плаваючої кірки. Швидкість переміщення, що потрібна для інтенсивного перемішування субстрату, визначається умовами турбулентності в усіх зонах реактора. Тому такі мішалки можуть ефективно використовуватись лише в невеликих реакторах при дії на важкі субстрати. Для субстратів малої в'язкості не схильних до осадження чи утворення плаваючої кірки, механічні перемішувальні пристрої є більш ефективними і у відносно великих реакторах. Високу якість перемішування можна отримати, нагнітаючи отриманий в результаті бродіння газ в рідкий субстрат малої в'язкості. В іншому випадку слід безперервно видаляти частинки, які спливають, або відокремлювати великі частинки твердого матеріалу від субстрату перед завантаженням його в реактор. Перспективними шляхами вдосконалення устаткування для інтенсифікації процесу анаеробного бродіння субстрату в біогазових установках з метою збільшення виходу біогазу та зменшення часу перебування субстрату в установці є механічне перемішування [139].

Для покращення протікання процесу бродіння, термостабілізації, активного перемішування, інтенсифікації теплообміну між нагрівальним елементом і середовищем науковцями пропонується конструкція біореактора з барботажною інтенсифікацією теплообміну. Рециркуляція виробленого біогазу в зону теплообміну позитивно впливає на процес бродіння. Оптимальним є локальне газорідинне омивання теплообмінної поверхні, що дозволить інтенсифікувати процеси теплообміну між стінкою нагрівника та середовищем, а також досягти більш рівномірного перемішування середовища. Струмені газу будуть створювати підйомні течії і омивати нагрівник. Чим досягається покращення процесу анаеробного бродіння, що приводить до збільшення виходу біогазу і зниження енерговитрат [139].

Вироблення та використання біогазу не тільки як палива, а й у вигляді основних чистих компонентів (метану й діоксиду вуглецю) підвищує економічну цінність. Метан може використовуватися як паливо, а діоксид вуглецю – як інертний газ для зварювальних робіт, для заправлення вогнегасників, у харчовій промисловості, як «добриво» у тепличних господарствах тощо. Діоксид вуглецю (CO_2) та сірководень (H_2S) – це найпоширеніші шкідливі домішки в біогазі. Кількість H_2S варіюється від відсотків до десятих часток відсотка залежно від джерела: метантенк очисної установи каналізаційних стоків, смітник побутових відходів, біореактор для анаеробної переробки тваринницьких відходів й ін. Діючи в Україні технічні умови на біогаз метантенків та, відповідно, біогазових реакторів з утилізації органічних відходів вимагають зниження вмісту H_2S до $0,2 \text{ г/м}^3$ [139].

Біогаз містить баластові і шкідливі домішки, здатні викликати корозію і забруднення апаратури. При виробленні біогазу його очищають від сірчистих сполук, діоксиду й оксиду вуглецю. Залежно від необхідного ступеня очищення умовно розрізняють грубе, середнє і тонке очищення. Часто для досягнення необхідного, особливо високого, ступеня очищення застосовують кілька послідовних стадій очищення. При цьому в кожній стадії створюються найефективніші та найекономічніші умови роботи [137, 16, 61, 31, 139].

Для грубого очищення біогазу від домішок застосовуються такі способи: водяне очищення під тиском; етаноламінове очищення; очищення гарячим розчином поташу. Для тонкого очищення газу застосовуються такі способи:

- лужне очищення газу від CO_2 ;
- очищення газу від CO_2 методом низькотемпературної абсорбції метанолом;
- біокаталітична безреагентна технологія очищення від H_2S природного газу і біогазу [139].

Обрання способу очищення біогазу залежить від потрібної чистоти для приладів у яких він буде використовуватись. Для власного використання достатньо і грубого очищення (для нагрівання котлів та для технічних потреб), тонке очищення необхідне для застосування біогазу як палива у транспорті, при закачуванні у ГТС або ж використанні у котлах, які працюють на природному газі [139]. Від вибору методу очищення залежить і вартість самого процесу очищення тому на це потрібно зважати та підбирати оптимальний для окремого господарства та умов використання біогазу.

На сьогодні існують 4 базові технології збагачення біогазу до біометану: мембранна сепарація, абсорбція (водяна, хімічна, фізична), адсорбція при змінному тиску (PSA) та криогенна очистка. При цьому, собівартість виробництва біометану залежить більшою мірою від потужності очисної установки, меншою – від типу технології та вони детальніше описані у підрозділі 2.1. [73].

Виготовлення та ефективне використання біогазу – це складний та багатоступеневий процес, який має масу чинників, що можуть впливати на еколого-економічну ефективність. Починаючи від стадії проектування, будівництва, внесення сировини, запуску, підтримання необхідних умов діяльності БК, контроль якісних показників на вході сировини та на виході отриманого біогазу та біодобрив, підтримання всіх вузлів БК у справному стані. Також є більш складні чинники, такі як протікання анаеробного процесу бродіння, а також внутрішні та зовнішні чинники, які на нього впливають. Конструкційні особливості мають також значний вплив на ефективну діяльність

БК. Тому всі ці аспекти мають потрібно враховувати для максимізації еколого-економічної ефективності виготовлення та споживання біогазу та біодобрив.

Висновки до розділу 2

В Україні є значний сировинний потенціал для виробництва біогазу та значні можливості для нарощування потужності біогазових установок. При цьому відходи у аграрному секторі перетворюються у цінну сировину, а потім у енергоресурси та біодобрива, при цьому не витрачаючи кошти на утилізацію, тому, інвестуючи у утилізацію відходів, ми отримуємо новий напрямок бізнесу. А також отримуємо можливість займатись утилізацією органічних відходів еколого-економічно ефективним методом. Що відкриває можливості для підвищення ефективності діяльності виробництв аграрної сфери, зменшення кількості відходів, які потрапляють на сміттєзвалища від підприємств харчової та легкої промисловості, а також готельно-ресторанного бізнесу. Заміщення енергоносіїв та значне зменшення їх імпорту є стратегічним питанням. Наявність сировини та попиту на ринку щодо заміщення енергоносіїв та добрив, які у нас є для цього, потрібно використати, тому що вони матимуть величезний вплив на ВВП країни і на курс валют, а також енергетичну безпеку.

Потрібно, щоб кожен виробник, а, особливо, великий мав замкнутий технологічний цикл. Населення, як значний споживач продуктів харчування і генератор при цьому великої кількості відходів, наразі не має замкнутого циклу цього споживання і з кожним днем збільшує кількість відходів від споживання органічних продуктів, що об'єктивно продовжуватиметься і надалі. Щоб розв'язати цю проблему, виробник повинен створити умови для утилізації відходів від споживання продукції. Це вимагає додаткових дій та витрат з боку виробника, який може підготувати еколого-економічно ефективний проєкт з утилізації та розділити витрати зі споживачем для зацікавлення останнього на утилізацію органічних відходів. Тобто, споживач має у свою чергу передати

продукт або його залишки у відповідну компанію для утилізації та отримати відшкодування за це (або ж не платити за їх вивезення). Саме переробка органічних відходів у біогазовій установці є універсальним та еколого-економічно ефективним заходом. При цьому переробка листя в сезон не створить проблем, а навпаки, забезпечить додатковий ресурс, а відтак збільшить обсяг виробництва біогазу. Тому саме за комплексного використання ефективність біогазової установки буде ще більше зростати.

Малі біогазові установки – це чудове вирішення для невеликих домогосподарств, освітніх центрів як у плані переробки відходів на цінні ресурси, так і у плані формування екологічної свідомості у населення.

Варто зазначити, що фінансовий та економічний аналіз фактичного проєкту діяльності біогазової установки на ПрАТ «Оріль-Лідер» є значно прибутковіший, ніж передбачалось за проєктними розрахунками. Якщо розглядати діяльність БК із заміщення реалізації електроенергії на біометан, то видно, що реалізація біометану є все-таки менш прибуткова, ніж електроенергії (при тому, що враховувалось подальше зниження «зеленого» тарифу та зростання вартості біометану). Значний вплив на ЧТВ проєкту вартості біодобрив та значення відсотку дисконтування підтвердив як сенситивний аналіз проєкту, так і змодельований аналіз фінансового та економічного проєкту з реальними даними. Так, різниця ЧТВ фінансового аналізу реального проєкту з ЧТВ фінансового аналізу реального проєкту без врахування біодобрив складає 88 разів. Якщо порівнювати ЧТВ реального проєкту без врахування біодобрив та аналогічного тільки з реалізацією біометану, то останній має нижчі показники. Реальний курс валют показав незначний вплив на ЧТВ, а саме незначне його зменшення. З будь-якого змодельованого проєкту діяльності БК чітко видно залежність, що економічний аналіз показує ЧТВ більше, ніж у фінансовому аналізі майже в 1 раз і говорить про те, що діяльність БК приносить фінансовий прибуток при спеціалізованій природоохоронній діяльності.

Щодо порівняння аналізу реального проєкту з аналізом реального проєкту з можливістю утилізувати синьо-зелені водорості, то проєкт з додатковою

можливістю утилізації дає незначне підвищення ЧТВ фінансового аналізу (табл.2.22) та вже відчутніше підвищення ЧТВ економічного аналізу. Для суспільства термін окупності складає 1 рік (економічний аналіз), а для інвестора проєкт окупиться за 2 роки (фінансовий аналіз) для обох проєктів. Показники рентабельності як фінансового, так і економічного аналізу є більшими у проєкті з можливістю утилізації синьо-зелених водоростей. Цей проєкт має відчутно більший позитивний ефект на соціальну сферу, оскільки покращить якість життя населення регіону. Адже знижує ризик для життя і здоров'я населення за рахунок не тільки ефективної утилізації відходів, зменшення викидів ПГ, але і відчутно зменшить органічне забруднення річки Дніпро. При цьому інвестор додатково отримує біогаз та біодобриво і відповідно збільшує свій дохід. У даному аналізі було розраховано реалізацію утвореного біометану без врахування реалізації утворених біодобрив, які при фактичній діяльності тільки збільшать прибутковість цього проєкту. Тому оптимальним з еколого-економічної точки зору є проєкт комплексної утилізації органічних відходів ПрАТ «Оріль-Лідер» та органічного забруднення синьо-зеленими водоростями річки Дніпро.

Виготовлення та використання біогазу та біодобрив – це складний та багатоступеневий процес, який має масу чинників, що можуть впливати на еколого-економічну ефективність. Починаючи від стадії проектування, будівництва, внесення сировини, запуску, підтримання необхідних умов діяльності БК, контроль якісних показників на вході сировини та на виході отриманого біогазу та біодобрив, підтримання всіх вузлів БК у справному стані. Також є більш складні чинники, такі як протікання анаеробного процесу бродіння, а також внутрішні та зовнішні чинники, які на нього впливають. Конструкційні особливості мають також значний вплив на ефективну діяльність біогазової установки. Тому у відповідності до видів сировини, мають бути підібрані конструкційні особливості як біогазового реактора, так і допоміжних ланок обладнання (подрібнювача, пресу та ін.).

Основні наукові результати, що подані у другому розділі дисертації, відображені в опублікованих працях [173, 177].

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ У АГРАРНІЙ СФЕРІ ЕКОНОМІКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Оптимізація поєднання інтересів стейкхолдерів у виробництві і використанні біогазу в аграрній сфері економіки

У 2017 році ми отримали стратегію низьковуглецевого розвитку (далі – СНВР), яка представляє узгоджене стейкхолдерами національне бачення щодо розподілу подальшого економічного росту та соціального розвитку держави від збільшення викидів парникових газів (далі – ПГ). Для України створення СНВР є першим досвідом застосування синергетичного підходу, оскільки розв’язання проблеми зміни клімату вимагає значущих зрушень у ключових сферах економіки та основних компонентів життєдіяльності людини. СНВР, з одного боку, опирається на національні пріоритети збалансованого розвитку і діючі стратегії модернізації секторів економіки, а з іншої сторони – визначає можливий курс економічного росту з урахуванням цілей державної політики із скорочення викидів і поглинання ПГ. СНВР на національному рівні функціонує, як інструмент державного управління і формування спершу локальної кліматично відповідальної бізнесу та громадян, при цьому на міжнародному рівні формує глобальну ціль щодо найшвидшої стабілізації концентрацій ПГ [131]. Енергетична криза 1973 року і Чорнобильська катастрофа 1986 року, обмежені кількості викопних ресурсів, глобальне потепління підштовхують багато країн до перегляду своєї енергетичної політики відносно частки і ефективності застосування поновлюваних джерел енергії.

Негативні тенденції діяльності та розвитку традиційної енергетики зумовлені в основному наявністю двох факторів – активним виснаженням природних ресурсів і все більшим забрудненням навколишнього середовища. За даними ООН, вичерпання покладів вугілля очікується в 2082-2500 роках [151]. Науковий розвиток та перспективні технології традиційної енергетики

підвищують ефективність використання енергоносіїв, але докорінно не поліпшують екологічну ситуацію.

У зв'язку із цим виникає потреба у виявленні можливостей оптимального застосування потужностей традиційної енергетики з однієї сторони й розвитку науково-технічних робіт із застосуванням поновлюваних джерел енергії – з іншої. Всі енергетичні ресурси на Землі у загальному підсумку є продуктами від первинної діяльності Сонця. Майже вся нетрадиційна енергетика – це трансформація й застосування сонячної енергії прямими і непрямими методами [174]. Ефективним поновлюваним джерелом енергії є біомаса. Встановлено, що ресурси біомаси в різних видах є майже у всіх регіонах, і майже в кожному з них може бути налагоджена їх переробка в енергію й паливо. На сучасному рівні за рахунок біомаси можна перекрити 6-10% від загальної кількості енергетичних потреб промислово розвинених країн [117].

Щорічно на Землі за допомогою фотосинтезу утворюється близько 120 млрд т сухої органічної речовини, що енергетично еквівалентно більш 400 млрд т нафти. У цілому біомаса дає сьому частину світового об'єму палива, а по кількості отриманої енергії займає поряд із природним газом третє місце. З біомаси одержують в 4 рази більше енергії, ніж дає ядерна енергетика [119].

Україна – це країна зі значним аграрним потенціалом, із подальшою реалізації якого кількість сировини для біогазових установок стрімко зростатиме. Зараз у світі важко назвати лідера у виробництві біогазу, наразі першість займає Євросоюз, а саме Німеччина. Загальна кількість біогазових установок у Європі перевищує 11 тис., 7,2 тис. з яких розташовані в Німеччині [163]. Використання біоенергії – це пріоритетне питання енергетичної безпеки за зростаючих світових цін на енергоресурси. Енергія з відновлюваних ресурсів є наразі однією з найбільш актуальних тем в усьому світі, що пояснює зростання кількості заводів із виробництва біогазу в ЄС протягом останніх п'яти [68].

Водночас енергоемність вітчизняної економіки значно перевищує рівноцінні показники економічно розвинутих країн, що робить Україну значно чутливішою до умов імпортування, як природного газу, так і інших видів палива.

Використання відновлюваних джерел енергії є важливим напрямком енергетичної політики та безпеки України, спрямованої на заощадження паливно-енергетичних ресурсів і поліпшення стану навколишнього природного середовища. Нам потрібно диверсифікувати джерела енергоносіїв. І найбільш оптимальним варіантом є збільшення обсягів використання відновлюваних джерел енергії, різного типу в енергетичному балансі України, що сприятиме зміцненню енергетичної незалежності держави. Важливо оптимально розвивати всі види альтернативної енергетики, тобто при найменших затратах отримувати найбільшу кількість енергії [190].

Виготовлення біогазу дозволяє запобігти викидам метану в атмосферу та замінити природний газ. Метан один із основних газів, який створює парниковий ефект. При цьому він є основою природного газу, який ми використовуємо, тобто цінним паливом. Було встановлено, що: теплотворна здатність біогазу 5,0 - 5,5 тис.ккал/м³ або 22 МДж/м³ при розкладенні 1 м³ твердих побутових відходів утворюється до 1,5 м³ /рік біогазу [151]. При цьому місцеве виробництво біогазу допоможе поліпшити забезпечення енергією віддалених районів, у яких імпортована енергія коштує дорожче через вартість транспортування. Тому набуває поширення перетворення біогазу у когенераторах у електроенергію. Перш за все це вигідно тим господарствам, які далеко від газопроводів, а потужність їх біогазових установок значно перевищує їх потреби, такі господарства можуть забезпечувати на 30-60 % невеликі населені пункти [174]. Важливим аспектом є утилізація органічних відходів в агропромисловому комплексі, де на різноманітні технологічні потреби витрачається значна кількість палива і постійно зростає потреба у високоякісних добривах. Усього у світі зараз застосовується або розробляється біля 60 видів біогазових технологій [151].

Одержання біогазу – це найбільш еколого-економічно ефективний метод утилізації потокового надходження відходів (тваринницьких ферм, бійні, рослинних відходів, спиртові, дріжджові заводи та ін.). Еколого-економічний ефект полягає у повній переробці відходів при утворенні корисних продуктів, які можливо реалізувати (або ж замінити). Також при переробці відходів не

утворюється додаткових відходів та умови діяльності біогазової установки мають автоматизовані системи накопичення відходів та їх подачі. Тобто це повністю автономна система якою можуть керувати 2-4 людини в залежності від потужності та технічних елементів БК.

Переробка органічних відходів на біогазових комплексах дозволяє отримати: біогаз, електроенергію, тепло, біодобрива, утилізацію забруднюючих речовин, а також паливо для автомобілів (біометан). Біогаз, який утворюється у процесі анаеробного зброджування з органічних відходів, і може використовуватися, як звичайний природний газ для господарських потреб, виробітку електроенергії. Біогаз після очищення, можна використовувати для заправки автомобілів чи палива у котельнях. Для використання біогазу у автомобілях потрібно його доочистити до біометану. Після цього, отриманий газ – це аналог природного газу (90-95% метану CH_4) і вся різниця полягає тільки в його походженні [151].

Охорона навколишнього природного середовища є одним із найважливіших напрямків країн ЄС, тому вони мотивують автовласників для встановлення додаткового газобалонного обладнання на автомобілі надаючи різні привілеї, такі як: безвідсоткові кредити, часткову компенсацію вартості на переобладнання авто, зменшення ставки податків або звільнення від сплати податків на деякий строк та інші. Через це у Євросоюзі з кожним роком зростає кількість автомобілів з газобалонним обладнанням для роботи на метані. А у нас встановлення газобалонного обладнання стимулюється економією на пальному. Наближаючись до стандартів ЄС у нашому найближчому майбутньому це актуальне питання постане і у нас. З врахуванням того, що маршрутні таксі та автобуси є одним із основних джерел забруднення повітря в місті. Тому у багатьох європейських містах переважна більшість громадського транспорту переобладнана на застосування метану в якості моторного палива [101].

Відомі автомобільні виробники, такі як: Volkswagen, Mercedes, Opel, Fiat, Ford, Volvo та інші розпочали виготовляти серійні автомобілі з заводським газобалонним обладнанням призначеним для роботи на метані в якості палива.

Мережа метанових заправок в Євросоюзі є досить розгалуженою та постійно розширюються. У ЄС діє спеціальна фінансова програма, яка забезпечує фінансування у будівництво нових АГНКС (CNG) для покращення стану доквілля в містах за допомогою використання метану, як моторного палива. До 31.12.2020 року відстань між метановими заправками АГНКС (CNG) на всій території Євросоюзу не повинна перевищувати 150 км [101]. З подальшим подорожчанням дизельного палива, потреба використання метану стає більш цікавою. За своїми паливними характеристиками 1 м³ метану – еквівалентний 1 л солярки [117, 151].

У процесі очищенні біогазу отримуємо збагачений метан та СО₂ який теж можна реалізовувати. Інші ж системи утилізації споживають енергію, а не виробляють. І з погляду життєвого циклу продукту це створення замкнутого циклу виробництва (відходів та енергії). І це є ідеальним варіантом ведення господарської діяльності.

Минуло вже більше трьох десятиліть після Чорнобильської катастрофи, яка змінила уявлення людства про безпечність атомної енергетики. Частину територій України після Чорнобильської катастрофи виключено з користування через підвищений рівень радіації, відповідно вони повністю або частково виведені з господарювання. Унаслідок цієї аварії в Україні і досі залишаються 2,5 млн га територій зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту 137 Cs понад 37 кБк/м², з яких 1,26 — сільськогосподарські угіддя і 1,24 млн га — землі лісгосподарського призначення. На сьогодні реабілітації та повернення у виробництво потребують 130,6 тис. га сільськогосподарських угідь, що були вилучені із господарського використання [1]. За період після страшної аварії було проведено значну кількість наукових досліджень та вивчено основні закономірності поведінки радіонуклідів у навколишньому природному середовищі і надано відповідні рекомендації щодо стратегії і практики сільськогосподарської діяльності за таких умов. Тому одним з пріоритетів Стратегії Державної екологічної політики України на період до 2020 року є контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки. У віддалений після аварійний період основна частка

надходження радіонуклідів до організму людини формується саме внаслідок споживання забрудненої сільськогосподарської продукції [175].

Також у нас виникла проблема з покинутими територіями, які знаходяться у пошкоджену стані, тобто після проведення гірничо-добувних робіт. Вони піддаються ерозійним процесам, природне відновлення протікає дуже повільно, а залучати їх у господарську діяльність означає провести процес рекультивації. І цей процес є відчутно затратний, при цьому ті підприємства, які проводили видобуток гальмують проведення процесу рекультивації або вони збанкрутували, чи їх вже не існує. У такій ситуації держава не може раціонально використовувати земельні ресурси, а залишені місячні ландшафти не рідко несуть небезпеку екологічного лиха для сусідніх населених пунктів. І в такому випадку регіональний бюджет підключають для розв'язання таких проблем, щоб вони не набули масштабів техногенного лиха. При цьому не завжди це можна зробити через відсутність певних ресурсів, таких як коштів, часу, ефективної методики. Для цього і потрібно досліджувати дану проблематику, щоб при мінімальних затратах уникнути виникнення розвитку негативного сценарію та запобігти втраченій вигоді [173].

Від забруднення аварійними викидами Чорнобильської АЕС найбільше постраждали північні регіони Українського Полісся. Внаслідок високих коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту (дерново-підзолисті, торфоболотні) в продукцію рослинництва та з урахуванням екологічних особливостей умов життєдіяльності населення регіону актуальною залишається проблема напруженої радіоекологічної ситуації, навіть за низької щільності радіонуклідного забруднення сільськогосподарських угідь [1, 166, 167].

Дослідженнями українських вчених (Б.С. Прістер, В.О. Кашпаров та ін.) підтверджено, що значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів у рослини не залежать від щільності забруднення ґрунту для всіх видів сільськогосподарських культур на всіх типах ґрунту, а рівень забруднення продукції, як і доза опромінення населення, є функцією не лише щільності забруднення ґрунту, але й екологічних особливостей території [123].

За результатами досліджень Фурдичка О.І. визначено показники граничної щільності забруднення ґрунту радіонуклідами для певних видів культур, і навіть їх сортів, на конкретних типах ґрунту. Крім того, було встановлено, що найвищим рівнем накопичення ^{137}Cs характеризуються природні трави, дещо нижчим — сіяні і кормові трави, овочі, бульби і коренеплоди, а найнижчим рівнем акумуляції радіонукліда відзначаються зернові культури. Відмінності значень коефіцієнтів переходу ^{137}Cs між травами і зерновими становлять: для органогенних і мінеральних ґрунтів — 50–100 і 5–30 разів відповідно. Щодо ^{90}Sr , найбільше його накопичувалося в насінні зернових культур, у 3–4 рази менше — у бульбах і коренеплодах і до 10 разів менше — в овочевих культурах. Такі відмінності значень коефіцієнтів переходу радіонуклідів з різних типів ґрунту в сільськогосподарські культури надають можливість регулювання рівня забруднення продукції рослинництва за допомогою організаційних контрзаходів — підбору культур та їх місця в сівозмінах, особливо кормових. Зернові і овочеві культури, а також бульби, коренеплоди мають доволі низькі значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту. Крім того, ці культури зазвичай вирощуються на родючіших ґрунтах, і найчастіше із застосуванням добрив. Взагалі для оптимального розміщення певних культур слід володіти необхідною інформацією про ґрунтові властивості та щільність забруднення радіонуклідами ґрунту і використовувати дані прогнозу забруднення сільськогосподарської продукції для вибору контрзаходів та визначення умов їх застосування. За період після аварії на ЧАЕС рівень коефіцієнтів переходу радіонуклідів у культури зменшився: для ^{137}Cs на органічних ґрунтах — майже в 100 разів, на мінеральних — у 10–30, а для ^{90}Sr на мінеральних ґрунтах — майже втричі. Вагомим чинником, що значно змінює радіаційний стан на забруднених територіях, є іммобілізація радіонуклідів ґрунтовим поглинальним комплексом[165].

У сільськогосподарському секторі з промисловими технологіями виробництва з початком 90-х років продукція, що мала рівні забруднення понад Державні гігієнічні нормативи, не вироблялася. Це стало можливим завдяки

проведенню радіоекологічного моніторингу, радіаційного контролю сільськогосподарської продукції та реалізації системи контрзаходів у колективних господарствах [165].

Через відсутність коштів на ці роботи нині в радіоактивно забруднених регіонах спостерігаються випадки перевищення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, що виробляється в приватному секторі. Так, у 2009 р. було виявлено подвійне перевищення допустимого вмісту ^{90}Sr у продовольчому зерні, що виробляється на бідних дерново-підзолистих піщаних ґрунтах Іванківського р-ну Київської обл. на території зони добровільного гарантованого відселення (третья зона), яка межує із зоною відчуження ЧАЕС. Це зумовлено такими чинниками: по-перше, на цій території в радіоактивних випадіннях ^{90}Sr містився у складі частинок опроміненого ядерного палива і був недоступний рослинам. З часом відбулося вилуговування паливних часток та перехід радіонукліда у ґрунтовий розчин з наступним його включенням у міграційні процеси; по-друге, вапнування кислих ґрунтів у Іванківському р-ні за кошти Чорнобильського фонду востаннє здійснювали в 2006 р. З 2008 р. у господарствах району не вносили в ґрунт органічних добрив, а внесення мінеральних добрив було проведено лише на 63% площ. Значно повпливало і те що не були витримані співвідношення доз застосування мінеральних добрив — за необхідної дози 150 кг/га —1 вносили тільки 25 кг/га —1 [165].

Радіоактивний слід найбільше був виражений у північних районах Житомирської обл.: Народицькому, Коростенському, Овруцькому, Олевському та Лугинському. Радіоактивне забруднення ґрунтів області характеризується значною строкатістю. Так, 75% усіх забруднених угідь мають щільність забруднення ^{137}Cs до 5 $\text{Ки}/\text{км}^2$, 20% — 5–15 і 5% — понад 15 $\text{Ки}/\text{км}^2$. На територіях цих районів основним забруднювачем сільськогосподарської продукції є ^{137}Cs , а активність ^{90}Sr у ґрунтах у десятки і сотні разів нижча. Визначальним чинником для вирощування у зоні радіоактивного забруднення є максимальне використання можливостей тих культур, які відіграють значну роль у виробництві

продуктів харчування, кормів та не накопичують радіонуклідів у готовій продукції [35].

В зоні радіоактивного забруднення саме олійні культури мають відповідний комплекс цінних господарських ознак. З огляду на зростаючий попит на рослинну олію та концентровані високобілкові корми, задовольнити ці потреби найближчими роками в Україні лише за вирощування соняшнику, як традиційної олійної культури, буде неможливо [58]. Виникає необхідність активнішого впровадження у сільськогосподарське виробництво нових апробованих світовою та вітчизняною наукою і практикою культур, серед яких провідне місце може зайняти ріпак. Вагомий внесок у дослідження проблеми підвищення економічної ефективності виробництва, у т.ч. і вирощування ріпаку, зробили такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як В. Андрійчук, С. Бойко, П. Вишнівський, О. Гає, В. Галушко, Ю. Губені, С. Дем'яненко, В. Іванишин, В. Месель-Веселяк, А. Побережна, І. Топіха, В. Топіха, В. Уланчук, І. Червен, А. Фаїзов, В. Яценко та ін. Дослідження науковців охоплюють низку питань, пов'язаних зі зростанням результативності виробничої діяльності на радіоактивно забруднених територіях [173].

Незважаючи на існуючі обмеження щодо вирощування низки сільськогосподарських культур у зоні радіоактивного забруднення, у т.ч. й Житомирського Полісся, у регіоні склалися сприятливі умови для розвитку галузі ріпаківництва, як і для інших енергетичних культур. Крім того, врожайність ріпаку залежить від матеріально-технічного забезпечення господарств та вміння використовувати біологічні властивості цієї культури. Відтак потенційні можливості України з вирощування ріпаку становлять 5–6 млн т за середньої врожайності 25–28 ц/га. Цього достатньо для забезпечення вітчизняних переробних потужностей та формування експортного потенціалу. З іншого боку, як свідчать результати досліджень [78], ріпакова олія має мінімальні показники забруднення радіонуклідами. Вміст їх становить менше 0,1 Бк/кг при ДР-91 — 600 Бк/кг, а забрудненість соломи — 1–3 Бк/кг. Отже, ріпак — найпридатніша культура для вирощування в зоні радіоактивного забруднення. Проведена незалежна експертиза (компанією «Урумофф», «Тадіс» Україна, СП «Агрос»)

свідчить про можливість беззаперечного використання ріпакової олії для споживання людьми [35]. Однією з основних переваг цієї культури є низький коефіцієнт переходу радіонуклідів у рослину. У дослідженні встановлено, що рівні забруднення врожаю сільськогосподарських культур значною мірою залежать від біологічних особливостей певних видів та сортів.

За даними досліджень на угіддях з високим рівнем забруднення радіонуклідами, де вжиття агромеліоративних заходів не гарантує отримання придатної для використання продукції, необхідно здійснити перепрофілювання господарств, змінити структуру посівних площ [35].

Розширення площ ріпаку на технічні та кормові цілі є особливо актуальним завданням для районів Житомирської обл., що постраждали від наслідків аварії на ЧАЕС. Найсприятливіші ґрунтово-кліматичні умови і особливості поєднання в структурі посівних площ з іншими сільськогосподарськими культурами сприяли тому, що у області у 2015 р. обсяги вирощування ріпаку та валове виробництво насіння становили відповідно 40,0 та 95 тис. т. Для вирощування ріпаку на територіях, забруднених радіонуклідами, розроблено і вдосконалено технології з урахуванням різних ґрунтово-кліматичних умов, що спрямовано на збереження вологи та раціональне використання добрив, а також визначено оптимальні терміни та норми висіву насіння. Варто використовувати розроблену інтегровану систему захисту рослин від шкідників, хворіб та бур'янів [35].

Проведені науковцями польові дослідження засвідчили, що для забезпечення задовільних умов вирощування ріпаку ґрунти мають відповідати необхідним параметрам водо- та повітропроникності, нейтральній або слабокислій реакції ґрунтового розчину та мати вміст гумусу не менше 1,1%, рухомого фосфору — 60–75 мг, обмінного калію — 120–145, магнію — 50–70, сірки — 30–60, марганцю — 10–15, бору — 0,25 мг на 1 кг ґрунту. Оптимальними попередниками для ріпаку є озимі культури, умови культивування яких забезпечують своєчасне звільнення поля, до того ж у чистому від бур'янів стані. У досліджах Інституту сільського господарства Полісся врожайність насіння ріпаку ярого від застосування добрив на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті у

дозах N 60 P 60 K 60 –N 120 P 90 K 90 у середньому за три роки підвищувалась на 27–30%, а на фоні вапнування — на 41% порівняно з неудобrenим варіантом. За результатами досліджень встановлено, що незалежно від фону удобрення на радіаційно забруднених землях активність ^{137}Cs , вміст важких металів, ерукової кислоти і глюкозинолатів у насінні ріпаку не перевищує ГДК і ГДР-2006. Забезпечення оптимальних умов під час вирощування ріпаку дає змогу отримувати близько 4 т/га насіння. Отже, виробництво насіння ріпаку за врожайності 2,0–3,0 т/га є цілком конкурентоспроможним і високорентабельним бізнесом [35].

Параметри міграції радіонуклідів у системі «грунт – рослина» вивчали науковці в стаціонарному польовому досліді на території дослідного господарства «Грозинське» ІСП НААН та представив Ландін В.П.. Досліджували вплив різних варіантів удобрення (для картоплі: № 1 — без добрив, № 2 — гній + N 80 P 60 K 100 під культуру, № 4 — солома + N 40 P 60 K 100 під солому + N 40 під культуру, № 8 — солома + сидерат + N 40 P 60 K 100 під сидерат + N 40 під культуру, № 11 — гній + N 120 P 90 K 120 під культуру; для вівса: № 1 — без добрив, № 2 — N 60 P 60 K 60, № 4 — N 30 P 60 K 60 + N 30 як підживлення, № 8 — N 30 P 60 K 60 + N 30 як підживлення, № 11 — N 30 P 90 K 100 + N 35 — у фазі виходу у трубку + N 35 — наливу зерна) на інтенсивність накопичення та виносу радіонуклідів рослинами. Грунт дослідного поля — типовий для Полісся, дерново-підзолистий супіщаний, з низьким умістом гумусу і основних поживних елементів для рослин та кислою реакцією ґрунтового розчину. Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs земель дослідного господарства варіює у межах 37–185 кБк/м² [79].

У квітні 2016 р. минуло 30 років після Чорнобильської катастрофи, що в часовому вимірі дорівнює одному періоду напіврозпаду основних дозоутворювальних радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr . Завдяки процесам фізичного розпаду радіонуклідів, необмінному поглинанню їх у ґрунті, а також агрохімічним контрзаходам, які проводились у перші десять років після аварії, питома активність ^{137}Cs у верхніх (20-см) шарах ґрунту в агроценозах порівняно з

перелогами і лісовими екосистемами знизилась майже вдвічі, а тому ситуація на цих територіях істотно змінилась на краще. Також це свідчить про те, що накопичення радіонуклідів сільгоспкультурами буде значно меншим, ніж травостоєм на перелогах [60]. Радіоекологічна ситуація, яка нині склалась у забруднених агроекосистемах унаслідок припинення проведення комплексних контрзаходів, змінюється дуже повільно і повністю визначається фізичним розпадом радіонуклідів ^{137}Cs та підвищенням рухомості ^{90}Sr у системі «грунт – рослина». Тому така ситуація збережеться впродовж ще не одного десятиліття і буде цілком визначатись процесами автореабілітації ґрунтів [44, 79, 123].

Для оцінки ступеня радіоактивного забруднення сільгосппродукції проведено дослідження питомої активності та коефіцієнтів переходу і накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr у вегетативну масу і зерно кукурудзи у посівах на дерново-лучних легкосуглинкових ґрунтах у заплаві р. Уж біля с. Христинівки Народицького р-ну Житомирської обл. За отриманими даними внесення під час посіву кукурудзи повного мінерального удобрення в дозі N 60 P 60 K 90 на 1 га, КН ^{90}Sr у зерні кукурудзи був вищим на порядок, а КП — у 35 разів, аніж відповідні коефіцієнти ^{137}Cs . Питома активність ^{137}Cs у вегетативній масі кукурудзи варіює у межах 87–132 Бк/кг, тобто не перевищує допустимих рівнів забруднення і може використовуватись на корм тваринам без обмежень. У зерні кукурудзи питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr становить відповідно 51,0 і 19,9 Бк/кг, тобто відповідає верхній межі допустимого рівня забруднення для продовольчого зерна. Накопичення радіонуклідів ^{137}Cs у зерні сої в посівах на тому самому полі у 2015 р. у 6 разів було вищим, ніж у зерні кукурудзи, а забруднення зерна сої радіонуклідами ^{90}Sr майже на два порядки нижчим, ніж ^{137}Cs . Вегетативна маса сої — стебло і стручки має у 1,9 та 5,9 раза вище забруднення радіонуклідами ^{137}Cs порівняно з кукурудзою [175].

У віддалений післяаварійний період основним джерелом радіаційної небезпеки для населення є внутрішнє опромінення, величина якого залежить від споживання забрудненої продукції, що виробляється для харчових потреб на радіоактивно забруднених територіях. Тому в основі сучасних підходів до

визначення радіаційно-екологічних аспектів впровадження протирадіаційних заходів мають бути враховані не лише спрямовані на зменшення індивідуальної ефективної дози опромінення населення шляхом виробництва гарантовано радіоекологічно безпечної продукції на харчові потреби, але й колективної дози для визначених груп населення [175]. Тому не викликає сумніву потреба в контрзаходах для особистих селянських господарств критичних населених пунктів.

Найбільш небезпечною в радіологічному розумінні продукцією рослинництва насамперед є овочі. Тому контрзаходи доцільно проводити за вирощування саме таких культур. Найбільш дієвим і доцільним заходом, що дає змогу зменшити радіоактивне забруднення продукції рослинництва, є удобрення. За результатами досліджень, найефективнішим був варіант удобрення № 8 (N 30 P 60 K 60 + N 30 як підживлення). Оптимальний ефект зі зменшення надходження радіонукліда у товарну продукцію вівса, як і для бульб, мав варіант удобрення № 8. Останніми роками кошти на проведення контрзаходів у сільськогосподарському виробництві, які забезпечують одержання безпечної продукції, в т.ч. удобрення, не виділяються. Цей тягар повністю лягає на плечі підприємців і місцевого населення та зазвичай є непосильним. Окрім того, культури з низькими КП 137 Cs і 90 Sr, за їх розміщення на малородючих ґрунтах та за відсутності контрзаходів, здатні накопичувати радіонукліди понад встановлені допустимі рівні. Тому необхідно володіти даними стосовно властивостей ґрунтів та щільності поверхневого забруднення, щоб забезпечити оптимальне розміщення сільськогосподарських культур і вибір оптимальних контрзаходів та умов їх проведення. Враховуючи це, вкрай необхідними є проведення радіаційного моніторингу забруднених територій і сільгосппродукції та науковий супровід здійснення контрзаходів [79].

Цим фактом підтверджується гіпотеза щодо актуальності використання у рекреації радіаційно забруднених територій енергетичних культур, маючи у запасі ряд переваг при їх переробці у біогаз, біодизель чи біоетанол.

Правильність цієї позиції обґрунтовано положеннями Концепції реалізації державної політики у сфері розвитку діяльності в деяких зонах радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 липня 2012 р. за № 535-р. [149]. Є чимало прикладів вирощування рослин міскантусу. Так, черкашанин Валентин Луговський вирощує його уже кілька років, використовуючи для опалення одного з мікрорайонів міста. Урожайність за вологості 8 - 15%, досягає 65 - 70 т/га. При цьому урожайність біомаси біля 30 т – еквівалентно близько 15 тис. м³ газу. Підприємець орієнтує, щоб обігріти міскантусом усе місто, потрібно близько 5 тис. га землі. Також підкреслює позитивну властивість міскантусу очищати ґрунт від токсинів, пестицидів та радіонуклідів, а за 25 років вирощування на одному місці проходить значне накопичення органічного добрива. А невисокі експлуатаційні витрати у вирощуванні міскантусу створюють широкі можливості використання. У Біоенергетичній асоціації України зазначають, що доцільність транспортування, як біомаси, на відстань від поля до переробних підприємств не повинна перевищувати 50 км. Зниження собівартості при отриманні врожаю від 18 т/га обґрунтовує вирощування міскантусу тільки в значних обсягах. Підвищення прибутковості також можливе через введення субсидій і зменшення податків на вирощування енергетичних культур, а також використання частини посівів для проведення розмноження культури та реалізації її розсади [5].

Якщо ж говорити про розширення видобування корисних копалин, особливо відкритим способом – це утворення великих площ порушених земель. Порушення природних ландшафтів гірничорудної промисловості пов'язується з нанесенням навколишньому середовищу дуже великих втрат. У багатьох випадках оброблені ділянки перетворюються в покинуті землі, а хаотична поверхня їх часто нагадує індустріальні пустелі [119].

У нас багато територій, які були покинуті після гірничо-видобувних робіт на яких не проводилась рекультивация. Ці території простоюють, але ж якщо не провести рекультивацию, то природній процес буде набагато довшим і це можна

розцінювати, як втрачену вигоду. Зрозуміло, що у випадку територій після гірничо-добувних робіт рекультивацією повинна займатись компанія, яка видобувала ресурси, а у нашому випадку з радіаційно забруднених територій - держава. Але частина компаній, яка займалась видобутком зникла, стала банкрутом або просто буде затягувати даний процес, що він стане наближеним до природнього. А щодо проведення реабілітації територій, які мають радіоактивне забруднення, держава повинна проводити додаткові відповідні роботи, що у свою чергу тягне збільшення фінансування, яке в даній економічній ситуації є неможливе з ряду причин. Тому потрібно ринково зацікавити інвесторів у вкладанні коштів у реабілітацію даних територій. І це можна зробити на основі ідеї вирощування енергетичних культур на пошкоджених чи забруднених територіях з їх подальшою переробкою у біопаливо. Що в свою чергу буде сприяти відновленню територій, приносити дохід інвесторам та наповнювати бюджет державі при цьому сприяти енергонезалежності держави та регіону, хоча б було чудовим стимулом зробити податкові канікули на певний (4-7 років) термін для більшої зацікавленості інвесторів. Основним стимулюючим ринковим фактором є отримання прибутку. Це прямий наслідок ведення будь-якого бізнес проекту, тим паче відповідна ніша не зайнята, що має стимулювати ще більше [173].

Можна розраховувати, що для радіаційно забруднених територій отримання біогазу або біодизелю це оптимальний варіант у використанні ґрунтового покриття, при цьому без небезпеки перенесення радіонуклідів у повітряне середовище. Так певна частина радіонуклідів від тієї кількості, що є у ґрунті, перейде у рослину, якщо цю рослину буде споживати людина чи тварина вона буде нести небезпеку внутрішнього опромінення, і в залежності від кількості радіонукліду буде мати відповідні наслідки. У випадку переробки енергетичних культур у біогаз, весь вміст радіонуклідів перейде у рідкі добрива, а біогаз буде «чистим» (не забрудненим радіонуклідами). Хоча якщо біогаз буде містити багато вологи він може теоретично нести невеликі концентрації радіонуклідів, але в такому випадку його можна додатково пропускати через паперові фільтри де їх

можна і осаджувати, після його рекуперації (спалення та перетворення) в теплову або електричну енергію. В подальшому дане питання потребує більш детального вивчення [173].

Якщо ж переробляти ріпак у біодизель кількість радіонуклідів у олії буде мізерна, більша частка радіонуклідів залишиться у жмиху після віджиму олії, який можна використовувати, як сировину для біореактора та виробництва біогазу. Також при переробці зеленої маси міскантусу чи шроту ріпака разом з залишками силосу на біогаз можна отримувати біодобрива з низьким вмістом радіоактивних речовини. Їх можна використовувати на цій території чи більш забрудненій радіонуклідами, при цьому вирощувати енергетичні культури, переробляти на енергію та отримувати послуги з біологічної рекультивації, ще й забезпечувати себе добривами. Звичайно це потрібно робити з додатковою системою моніторингу сировини, біодобрива, біопалива та ґрунту, для чіткого розуміння фактичного стану територій, процесу рекультивації, та ефективності зниження радіаційного фону [173].

Україна успадкувала в основному виснажені гірничодобувні об'єкти із застарілими технологіями, а також зношеним та неефективним обладнанням підприємств видобувної та переробної галузей. Еколого-економічний стан природно-господарських систем у більшості гірничодобувних регіонів є критичним. Закриття нерентабельних гірничодобувних об'єктів буде створювати додаткові проблеми, пов'язані із критичними змінами геологічного та гідрогеологічного середовища. Ріст екологічних проблем у зв'язку із закриттям гірничодобувних і гірничопереробних підприємств вимагає науково обґрунтованих підходів для реабілітації таких пошкоджених регіонів [56].

Рекультивація земель є комплексом інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних, а також інших заходів, які направлені на повернення пошкоджених промисловістю територій у різні види природокористування: лісо- та сільськогосподарське, рекреаційне тощо. Об'єктами рекультивації є різноманітні пошкоджені території. Наприклад: терикони, кар'єрні виїмки, відвали, хвостосховища, а також території,

пошкоджені під час видобутку й збагачення корисних копалин (мульди зсування, карстові явища, ерозійні виїмки та ін.) [57]. Такий поділ порушених земель дає змогу підходити до їх рекультивації диференційовано. Технологічні процеси, у ході яких відбувається порушення земель, призводять до винесення на земну поверхню порід різноманітного складу, генезису, літології та властивостей [56].

Часто у гірських породах містяться сполуки, токсичні для рослин, або ж вони можуть бути утворені під час процесу їх окислення на земній поверхні. Тому оцінювання властивостей та складу винесених на земну поверхню порід є одним з важливих чинників, що визначають можливість та напрямок рекультивації. З практичної точки зору, виправданим вважають виокремлення трьох основних етапів: підготовчого, гірничотехнічного і біологічного [57, 56, 113]. Пошук та обґрунтування виду рекультивації і подальшого використання відновлених земель проводиться індивідуально для кожного відповідного випадку при сукупному врахуванню комплексу природних та економічних чинників: географічного розташування, кліматичних умов, агрохімічного складу наявних порід, орієнтовної вартості землі та її господарського призначення, соціально-економічних чинників і перспективи розвитку району розроблення родовища корисних копалин. Так, на територіях з помірним кліматом та розвинутим сільським господарством варто рекультивувати пошкоджені землі для використання їх під рілля, пасовища, сади, сінокоси тощо. На територіях, де сільськогосподарська рекультивація малоефективна, варто визначити можливість рекультивації земель для їх заліснення [56].

Зараз в Україні площа порушених земель складає загалом понад 265 тис. га, у т. ч. більше 82 тис. га використовуються під торфорозробки. З року в рік на потреби гірничодобувної промисловості надають 7–8 тис. га, що належали в основному сільському чи лісовому господарствам. В Україні найбільш землемісткою є гірничодобувна промисловість. Тобто, при добуванні відкритим способом видобутку на 1 млн т одержаної мінеральної сировини пошкодження земель складають: для марганцевої руди – 76 – 600 га, для залізної руди – 14 – 640 га, для вугілля – 2,6 – 43,0 га, для нерудної сировини – 1,5 – 583 га. При

застосуванні шахтного способу на 1 млн т вугілля під відвали і хвостосховища відводять біля 4,4 га земель. З економічної точки зору, рентабельнішим є видобуток корисних копалин відкритим способом, але його застосування призводить до знищення великих земельних площ та переміщення значних обсягів порід. Відкритий спосіб добування вугілля створює наступні результати – на 1 тис. т переміщується 3,6 т породи, а при шахтному способі видобутку – лише 110–150 т. Відповідно до цього площа кар'єрів сягає величезних розмірів: середня їхня площа при видобутку будівельних матеріалів сягає 300 – 500 га, вугілля – 1 000 – 1 500 га, залізної руди – 2 000 – 3 000 га [145]. Технологічні особливості видобуванні мінеральної корисних копалин при відкритому методі призводять до значного накопичення об'єму відвалів, які займають великі території. Якщо враховувати те, що кількості високоякісних руд зменшуються, а вміст корисних речовин в них знижується, при цьому частка відвалів і порожніх порід у подальшому буде тільки зростати. Наприклад, в Кривбасі високоякісні руди раніше містили до 60 % заліза, а на сьогодні – лише близько 40 % [100].

На території України крок за кроком розв'язуються складні проблеми відновлення гірничодобувних територій, утворених, при екстенсивній діяльності у промислових галузях і ресурсомістких технологіях. Наприклад, проведено значний обсяг рекультиваційних робіт в межах Передкарпатського сірконосного басейну, зокрема завершено заповнення Яворівської і Роздільських водойм, які виникли на місці найбільших сірчаних кар'єрів. Однак, темпи рекультивації земель в окремих регіонах України з різних причин залишаються незадовільними, що не дає змоги повернути їх колишнім чи новим землевласникам і землекористувачам. Серед залізорудних підприємств найбільшим досвідом володіє Комиш-Бурунський металургійний комбінат, на території якого порушено понад 4 300 га земель сільськогосподарського призначення. На відпрацьованих відвалах проведено планування поверхні з ухілами до 5° і нанесено шар родючого ґрунту товщиною 30–35 см, попередньо знятого на фронтальному виступі кар'єру. Комбінат передав для сільськогосподарського використання

понад 600 га відновлених площ, на яких отримали 17 ц/га пшениці і 280 ц/га зеленої маси кукурудзи [56].

У ситуаціях коли можливості для ефективного вирощування с\г продукції є не можливі ми можемо вирощувати та переробляти енергетичні культури (міскантус - *Miscanthus spp.*, ріпак - *Brassica napus L.* Тощо) при цьому отримувати подвійний ефект, а саме отримувати біопаливо (біогаз) та проводити біологічну рекультивацію (покращення умов) ґрунтового покриву. Таку діяльність потрібно проводити до отримання необхідних умов для ефективного вирощування с\г продукції. Що в майбутньому призведе до можливості переробки її або відходів від рослинництва (наприклад, силосна кукурудза, цукрове сорго, цукровий буряк, солома зернових культур). Цими діями нівелюємо так звану «втрачену можливість», при цьому повертаємо вкладені кошти в рекультивацію та досягаємо відновлення ґрунтового покриву до того стану, в якому можна вирощувати с\г продукцію і повноцінно використовувати дані території. При цьому потрібно детально розглядати вид енергетичної культури у відповідності до стану ґрунтового покриву, площі територій на яких буде вирощуватись дана культура, можливостей переробки, та відстані на яку потрібно перевозити зібрану продукцію для її переробки та використання.

Ще один напрямок, у якому повинні бути високо зацікавлені і населення, і держава – це проблеми неконтрольованого розмноження ціанобактерій у водоймах. Такий процес набирає обертів на основній артерії України – річці Дніпро. Взагалі процес евтрофікація поширений і в озерах та невеликих річках, а також і в морських акваторіях. Так останнім часом почастишали випадки стрімкого розвитку синьо-зелених водоростей у прибережній зоні Чорного моря, які виглядають загрозливо.

Евтрофікація – це біологічний процес у прісних і морських водах, де проходить бурхливий розвиток певних типів мікробіот, який порушує водні екосистеми і представляє собою загрозу здоров'ю людей і тварин. Первинна причина евтрофікації – надмірна концентрація нутрієнтів, джерелом яких є діяльність промислових підприємств, сільське господарство або вплив

неочищених стічних вод. Вторинна причина дисбаланс харчових ланцюгів, що призводить до швидкого росту біомаси фітопланктону у воді. Водна евтрофікація стала серйозною міжнародною проблемою. Евтрофікація негативно впливає на здоров'я людей і тварин. Ризики здоров'ю населення з'являються після споживання питної води, отриманої після обробки прісної води із евтрофованих джерел.

Проблема евтрофікації породжена значним антропогенним впливом, з яким природна екосистема не здатна боротися. Щодо впливу діяльності людини, то з кожним роком вона все більше стимулює дестабілізацію природного балансу. Збільшення чисельності міського населення і розвитку промислового виробництва спровокувало збільшення кількості стічних вод і підвищення концентрації забруднюючих речовин, що й призвело до забруднення річок і морів. Неправильна утилізація відходів та відсутність переробки сміття значно поглибила цю проблему. Просочування цих забруднень тільки пришвидшує бурхливе розмноження водоростей та «цвітіння» водойм. А вже у результаті цього знижується кисень та накопичуються біогенні елементи, що згубно відображаються на рибах, а також інших мешканцях водойм. Крім цього, критично зменшилась швидкість течії річок, при цьому час добігання води до гирла ріки, і навпаки, зріс у кілька разів. Що забезпечило сприятливі умови для процесу «цвітіння» води, для яких ідеальним середовищем є великі, добре прогріті сонцем мілководдя річок, перезбагачені азотом і фосфором через потрапляння у водойми великої кількості органічних речовин [3].

Не менш важливим чинником розвитку евтрофікації виявилось створення комплексу ГЕС на Дніпрі. Окрім запланованого результату, а саме джерела виробництва недорогої електроенергії, будівництво комплексу ГЕС на Дніпрі спричинила і загрозу для безпеки України. І результатом цього стало значне погіршення екологічного стану річки Дніпро. Основні негативні для навколишнього природного середовища наслідки спричинені чотирма головними причинами:

1. Затоплення територій водами водосховищ, де були розміщені населені пункти, сільськогосподарські угіддя, тваринні ферми та господарсько-життєвий простір населення.

2. Критичне зменшення швидкості течії річки Дніпро. Загальна площа водосховищ ГЕС Дніпровського каскаду становить близько 7000 км², і у них знаходиться близько 45 км³ води [84].

3. Відсутність достатньої кількості споживачів синьо-зелених водоростей.

4. Потрапляння у річку муніципальних та промислових стоків. Також практично кожен з мешканців територій навколо русла забруднює водне середовище, при використанні хімічних миючих засобів (наприклад пральні порошки з вмістом фосфату). Тим паче, що Київ знаходиться у верхній частині річки Дніпро і є мегаполісом, це відчутно впливає на харчовий ланцюг синьо-зелених водоростей.

Якщо врахувати, що річний стік Дніпра становить близько 50 км³ води, то стає зрозуміло, що об'єм води, який заповнює штучні водосховища Дніпра, є близький до його річного стоку. У зв'язку з появою штучних водосховищ переріз русла річки, який впливає на швидкість неперервного потоку, відчутно збільшився, через це у водосховищах (у Кременчуцькому зокрема, яке є найбільшим) вода рухається з настільки малою швидкістю, що її можна вважати стоячою. Враховуючи це, справедливим буде приймати наявний стан Дніпра у середньому та нижньому руслах не як річку, а як каскад проточних ставків з великою акваторією. Аналізуючи наведену вище інформацію, найбільш методологічно правильним буде прийняття лімнологічного підходу для дослідження Дніпровської екосистеми. Значні площі сільськогосподарських угідь, що знаходились під водами даних водосховищ, насичували річкові води органічними сполуками. Вміст даних сполук постійно поповнюється із надходженням у Дніпро величезних об'ємів муніципальних і промислових стоків, а також забруднених талих снігових та дощових вод. Прибережні зони, на відміну від плавневих заростей Дніпра, у давні часи були залучені в процес інтенсивного

рільництва, через що поверхневі води (які згодом потрапили у Дніпро) розчиняють мінеральні та органічні добрива. Ці критичні зміни (глобальне зменшення течії Дніпра у великих водосховищах практично до нерухомого стану та насичення органічними забрудненнями) у підсумку призвели і до значних змін біоти річки. Діяльність нової біотичної системи спричинила бурхливий та неконтрольований розвиток ціанобактерій, які швидко заповнили водосховища Дніпра [84].

Синьо-зелені водорості (ціанобактерії) – найпростіші одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні (нитчасті) організми, зазвичай мікроскопічні, рідше утворюють кульки, скориночки розміром до 10 см. Їх колір обумовлений зеленим пігментом хлорофілом і синім пігментом фікоціаніном. У них присутній також червоний пігмент фікоеритрин і помаранчевий – каротиноїд. Харчування цих водоростей відбувається автотрофно (шляхом фотосинтезу) і гетеротрофно (методом споживання з навколишнього середовища органічних речовин) [169]. Розмноження ціанобактерій відбувається діленням (одноклітинні) та гормогоніями – ділянками ниток (багатоклітинні)[3]. У процесі відмирання, ціанобактерії завдають відчутної шкоди: виділяючи у воду велику кількість фенолів, індолів, скатолів та інші отруйних речовини і продуктів їх розпаду. Риба намагається залишити дані водойми, адже вода в них виявляється непридатною навіть для рекреації [65].

Дніпро несе разом зі своїми водами забруднення і значну кількість утворених токсинів через всі каскади в Чорне море. Що призводить до негативного впливу на екосистему моря, нагромаджує багато забруднюючих речовин, зменшує видове різноманіття та зменшує кількість туристів. Незадовільний стан Дніпра це питання національної безпеки, а не просто людей, які проживають біля нього. Держава повинна забезпечувати постійну наявність стратегічного запасу якісної прісної питної води в Україні. Варто зазначити, що якість питної води має значний вплив на стан здоров'я та довголіття людини.

Залежно від форми берегової лінії та руслових виступів, гідродинамічних умов, сили та напрямку вітру ціанобактерії в різний час накопичуються в різних

частинах Дніпровських водосховищ. Ці фактори і спричиняють втрату Дніпром здатності до самоочищення, що і призвело до прогресуючого неконтрольованого розвитку ціанобактерій. Оскільки синьо-зеленим водоростям не потрібно бути поєднаними із ґрунтовим середовищем, глибина водосховища не впливає на чисельність їхньої популяції. Саме тому ціанобактерії під впливом вітру мігрують по всій акваторії водосховища, що забезпечує умови для їх активного розмноження. Тим паче, що питома густина синьо-зелених водоростей дещо менша від густини води, через це навіть після сильного шторму вони за короткий час повертаються до поверхні та активно розвиваються при споживанні сонячної енергії. Що призводить до швидкого утворення щільного поверхневого шару із ціанобактерій, який мінімізує коефіцієнт відбивання сонячних променів. Це спричиняє додаткове прогрівання верхнього шару (де скупчені водорості), що відповідно і прискорює розвиток водоростей – процес стає автокаталітичним. Сприяє активному та неконтрольованому розвитку синьо-зелених водоростей і відсутність біологічних видів, які б їх споживали. Наслідками активного та неконтрольованого розвитку синьо-зелених водоростей у водоймах Дніпра є перетворення вод ріки в активний період розкладання ціанобактерій (з середини липня до кінця вересня) у брудну суміш із різким неприємним запахом. При цьому і самі водорості виділяють у воду токсини (пептиди і алкалоїди), які представляють собою небезпеку тільки у випадку масштабного розмноження фітопланктону. Проте під час процесу евтрофікації концентрація токсичних речовин у водному середовищі може досягти високих значень, створюючи серйозну загрозу для гідробіонтів та людини [34].

У водоймах санітарно-побутового користування поряд з іншими показниками слід забезпечити детальний контроль за циклами розмноження синьо-зелених водоростей [69]. Процеси проходження евтрофікації взаємопов'язані з високою токсичністю водного середовища переважно за рахунок сполук N, K, P та деяких інших елементів. Що значно ускладнює якісне очищення річкової води до стандартів питної води на станціях первинного очищення та водопідготовки прибережних міст. У атмосферному повітрі відчувається запах

гниття, збільшується концентрації таких газів: аміак, сірководень, метан [96]. Це в свою чергу може спричинити різні захворювання дихальної системи. Збіднення води Дніпра киснем у процесі гниття ціанобактерій призводить до задухи цінних видів риб, завдаючи значної шкоди рибному господарству держави. Підтвердженням факту задухи є масове спливання риби на поверхню, яка загинула та подальшого її розкладання, що спричиняє додаткову загрозу екосистемі. Критичне зменшення кількості кисню у воді засвідчується результатами проведених аналізів складу повітря над акваторією Рибінського водосховища у період активного цвітіння. Серед речовин дослідники [39] виявили метан, який утворюється у процесі безкисневого бродіння. Тобто, під час розкладання синьо-зелених водоростей концентрація кисню у воді зменшується настільки сильно, що у верхньому шарі утворюються умови для їх анаеробної ферментації. Наслідком коливань рівня води у водосховищах достатньо часто затоплюються широкі прибережні смуги Дніпра, на які потрапляють ціанобактерії. Результат – замулення та повна деградація піщаних Дніпровських пляжів. Водорості, які розкладаються, відчутно зменшують популярність водного туризму, а акваторія річки у літній період стане джерелом небезпечного мікробіологічного забруднення [105].

Для пригнічення поширення синьо-зелених водоростей варто звернути увагу на механічні, фізико-хімічні, екологічні та біологічні методи. До найбільш ефективних фізико-хімічних методів варто віднести аерацію води та використання альгіцидів. Та застосування даних методів хоч і призводить до відчутного й різкого зниження чисельності ціанобактерій, та вони мають й істотні недоліки. Аерація великих об'ємів води повітрям економічно не вигідна (0,65-0,90 грн/м³), а використання альгіцидів можливе тільки у водоймах, не призначених для господарсько-питного або рибогосподарського застосування, а також у системах зворотного водопостачання. Згідно з дослідженнями науковця Авраменко Н. І., можна зробити висновок, що процес розмноження синьо-зелених водоростей можливо контролювати, як методом безпосереднього впливу хімічних речовин на останні,

так і методом зниження у воді концентрації фосфат-іону (PO_3), що призведе до зниження кількості синьо-зелених водоростей [3].

При цьому перспективнішим є збір ціанобактерій із подальшою їх утилізацією (виробництвом біогазу, ліпідів, добрив). Серед наявних технологій переробки ціанобактерій можна виділити варіант побудови БК з отримання біогазу, біодизелю, добрива та інших цінних для промисловості і сільського господарства продуктів. В основу способу отримання біогазу покладено метод очищення поверхневих вод від синьо-зелених водоростей. Внаслідок збирання та використання її концентрованої біомаси як субстрату для виготовлення біогазу шляхом біотехнології метанового «бродіння» та забезпечення належного рівня якості води в каскаді водосховищ за умови економії енергоресурсів. Вихід біогазової суміші за температури $+28^\circ\text{C}$ за добу становив 200 мл із 1 дм^3 субстрату. Аналіз спектра полум'я біогазу дав змогу зробити висновок про значне переважання відсоткової частки метану в досліджуваній суміші газів [82]. Економічна та екологічна ефективність використання ціанобактерій для отримання біогазу (на прикладі Кременчуцького водосховища з площею водного дзеркала 2250 км^2) оцінюють так: за умови збирання сестону об'ємом до 50 $\text{кг}/\text{м}^3$ [122] з об'єму 828 млн м^3 води мілководдя його біомаса становитиме $4,14 \cdot 10^7$ т за вегетаційний період. Піддавши цю біомасу ферментації у процесі метанового «бродіння», можна отримати до 30 млн м^3 біогазу (18,8 млн м^3 метану), що еквівалентно 20 тис. т нафти або 17 тис. т дизельного палива [84]. Виходячи з цієї інформації, ми можемо отримати прибуток у розмірі 18,8 млн $\text{м}^3 \cdot 4\,711,34$ грн/без пдв за 1000 м^3 (ціна закупівлі природного газу, яка сформувалася протягом газового місяця (червень 2019 року)) [157] і, як на мене, буде найнижчою за весь поточний рік. Прибуток становить 88 573 192 грн за 18,8 млн м^3 чистого метану (у природньому газі більше 80% метану), все інше це такі гази: етан, пропан, бутан, водень, сірководень, вуглекислий газ, азот та гелій. Також ми отримуємо значний об'єм біодобрив, який є цінним продуктом для аграріїв та підвищить чистий прибуток. Для зменшення інвестиційних витрат та збільшення рентабельності проєкту на знешкодження біозабруднення було б оптимально

підключитись до існуючої біогазової установки, яка повинна бути розташована не далеко від місця збору. Це б ефективно стимулювало до запуску такого проєкту. У відповідності до цього було знайдено біогазову установку неподалік від Середньодніпровської ГЕС. Біогазова станція належить до підрозділу МХП на птахофабриці ПрАТ «Оріль-Лідер» у Дніпропетровській області. Відстань до неї складає від різних точок Середньодніпровської ГЕС від 9 до 12 км (див. дод. Д 1).

Дослідження [85] підтверджує, що перспективним є виробництво із зібраних водоростей біодизелю та біогазу. Вміст ліпідів у отриманій культурі синьо-зелених водоростей є незначним (1,27 %), і тому за допомогою екстрагування можна вилучити лише малу частину енергії, яка міститься в біомасі. Наслідком проходження кавітаційного поля є знищення клітинних стінок ціанобактерій і збільшення поверхні масопередачі. Що в кінцевому результаті дає змогу відчутно збільшити ефективність екстрагування ліпідів та об'єму добутого біогазу. На основі аналізу даних досліджень [85], у яких і було розроблено стратегію уникнення екологічної небезпеки від неконтрольованого розвитку ціанобактерій та їх негативного впливу на довкілля, було встановлено, що вони охоплюють послідовну реалізацію таких стадій: збір ціанобактерій та транспортування їх до біостанцій ⇒ оброблення біомаси в полі гідродинамічної кавітації ⇒ концентрування біомаси ⇒ екстрагування із біомаси ліпідів ⇒ біорозклад біомаси із отриманням біогазу ⇒ використання відпрацьованої біомаси як біодобрива [84].

Але є велика ймовірність, що будуть шматки водного дзеркала на яких ціанобактерії будуть залишатись у нерухомому стані. І щоб вони з часом не перетворились на токсичні відходи, їх потрібно вилучити з цього місця. Для цих цілей буде потрібна невелика баржа, яка б викачувала верхній шар води з ціанобактеріями на таких територіях. Як тільки дану воду закачали у відстійник почнеться процес розділення, де ціанобактерії підніматимуться до поверхні, а вода опускатиметься на дно. Після розділення воду спускатимуть назад у водойму, а ціанобактерії переміщуватимуть у резервуар для зберігання.

Нагромадивши повний резервуар ціанобактерій, судно повертатиметься до станції перекачування, де перекачуватиме вміст резервуару у сховище сировини для біогазової установки. Процес з судном повторюється, а біогазова установка працює у постійному режимі під час сезону розмноження ціанобактерій [190].

Сировина, яка потрапляє зі сховища, попередньо підготовлюється за допомогою кавітаційної колони, яка слугуватиме також і системою для сепарації водної фракції та фракції синьо-зелених водоростей. Але основний процес – це збільшення активності проходження анаеробного бродіння та підвищення доступності до переробки сировини внаслідок руйнування клітинних стінок ціанобактерій і, як наслідок – збільшення об'єму добутого біогазу. Частину фракції, яка складається з концентрованої ціанобактеріями сировини, викачуємо до біогазової станції ПрАТ «Оріль-Лідер». На території біля біогазової станції потрібно буде добудувати декілька резервуарів для накопичення запасів сировини з автоматичною подачею у біогазовий реактор. Оскільки дана біогазова станція мала б мати вільні потужності (робочий запас біореакторів), при цьому навіть розширення потужностей – це значно менші затрати від проектування та будівництва з нуля. Якщо ж потрібно буде розширюватись, але оскільки це сезонна сировина, то значного розширення вона не мала б спричинити. А це веде до збільшення рентабельності та зменшення інвестицій і в свою чергу буде стимулювати до найшвидшої реалізації даного проєкту. Щоб утилізувати ціанобактерії, які утворились біля греблі Кременчуцької ГЕС можна використати той самий принцип з трубою і поплавками, які будуть уловлювати нагромаджені у воді синьо-зелені водорості та накопичувати бункер для баржі, яка б транспортувала уловлену масу до Середньодніпровської ГЕС, а там у трубопровід і до біогазової установки. Або якщо такої можливості немає, то хоча б скидали воду з водоростями через Кременчуцьку ГЕС для уловлення їх уже Середньодніпровській ГЕС. Це б запобігало б наслідкам неконтрольованого розвитку ціанобактерій і запобігання розкладання синьо-зелених водоростей (з другої половини липня до кінця вересня) [190]. Важливою оптимізуючою складовою отримання біогазу є обробка гідродинамічною кавітацією. Вона

приводить до ефективнішої екстракції ліпідів, а також підвищує швидкість продукування біогазу та збільшує його об'єм за рахунок доступнішої до зброджування сировини [168].

Біогазову установку варто будувати:

- Сільськогосподарським підприємствам: свинофермам; фермам ВРХ; птахофабрикам; агропідприємствам; підприємствам змішаного типу.
- Підприємствам які займаються переробкою: спиртовим та біоетанольним заводам; пивоварням; цукровим заводам; м'ясокомбінатам; ветеринарно-санітарним заводам; крохмальопаточним заводам; дріжджовим заводам; молокозаводам; виноробним комбінатам; хлібобулочним комбінатам; заводам з виготовлення йогуртів; заводам з виробництва чіпсів; виробникам соків і консервів; рибним цехам.
- Тепличним господарствам.
- Виробництвам біодизелю (для утилізації жому).
- Сміттєпереробним заводам.
- Комунальним підприємствам, міським очисним спорудам [151].

За запасами біомаса займає четверте місце після вугілля, газу та нафти. Оскільки біомаса являє собою тверде паливо, то її можна прирівняти до вугілля. Однак з екологічного погляду, застосування біомаси для отримання енергії за допомогою сучасних технологій є відчутно безпечнішим, ніж вугілля. Основними приривностями біомаси над традиційними видами палива є:

- більша екологічна чистота;
- раціональніше використання наявних природних ресурсів;
- більша економічна вигода;
- ефективний метод утилізації відходів;
- локалізація, сировина (біомаса) це місцевий енергетичний ресурс [147].

Біоенергетична сфера в Україні має один з найбільших потенціалів для розвитку. Але реалізація цих можливостей ускладнюється нерозвинутою інфраструктура та сировинною базою, які необхідні для безперервного

забезпечення роботи. Також зустрічається робота з неоптимальним технологічним процесом, яка має негативний вплив на потенціал розвитку. Великі об'єкти дуже високовартісні та потребують значних запасів сировини для ефективної роботи, які не завжди можна забезпечити у даних об'ємах. Малі об'єкти ж генерують порівняно незначні кількості енергії та добрив і довше окуповуються. Вони розроблені для одного виду сировини або ж взагалі для відходів від окремої виробничої лінії. Через це динаміка виготовлення електричної енергії з біомаси відстає від тепло- та електрогенерації на основі інших видів відновлюваної енергетики. Тим паче, отримання біогазу – це складний процес отримання енергії та значно довший, ніж, наприклад, отримання пелет. Але у комплексі енергетичного балансу країни – це дуже важливий напрямок, який може значно згладити перепади навантаження та зайняти свою нішу [190].

Застосування біогазу приносить свої плоди і для стратегічних напрямків економіки, а це зменшення відтоку валюти за кордон у зв'язку із зменшенням обсягів закупівлі газу та вугілля антрацитової групи. Щодо енергетики, то когенератори із системами підземних сховищ очищеного біогазу, які слугуватимуть для накопичення газу, можуть стати революційною системою для регулювання пікових навантажень на енергомережу при використанні в комплексі з сонячною та вітровою енергетикою. Не менш важливими є комплексність у діяльності сільськогосподарських підприємств та фермерських об'єднань, що значно здешевлює виготовлення кінцевого продукту та стимулює до отримання багатьох додаткових бонусів.

Розвиток ринку органічних добрив створює умови, розвитку зеленого землеробства у нас та підвищенню конкурентоспроможності сільгосп продуктів з аналогічними в країнах ЄС та іншими нашими сусідами [174]. Не варто забувати про можливість на ринкових умовах займатись рекультивацією пошкоджених територій, багато з яких зараз закинуті, або ж попередні користувачі затягують процес рекультивації чи просто не має коштів на його проведення. Важливими напрямками є: проведення рекультивації радіоактивно забруднених територій; пошкоджених у наслідок проведення видобувних робіт; утилізація ціанобактерій,

які нагромаджуються в умовах їх неконтрольованого розвитку у водосховищах Дніпровського каскаду.

Щодо пошкоджених територій, на яких ми можемо вести обмежене господарювання, виділяються радіаційно забруднені та пошкоджені видобувними роботами та можуть містити токсичні речовини. Радіаційно забруднені території несуть небезпеку накопичення у сільськогосподарських продуктах радіонуклідів і відповідно при споживанні людиною чи твариною ураження їх організму. Тому при вирощуванні енергетичних культур ми їх переробляємо на біопаливо (біогаз, біодизель, біоетанол). Оптимальними варіантами можна виділити біодизель та біогаз. У послідовності спершу вирощування ріпаку на біодизель та переробку його жому на біогаз, або вирощування та переробки міскантусу для виготовлення з нього біогазу. У випадку виробництва якого ми також отримуємо біодобрива, які вносимо на цю ж територію (які можуть бути радіаційно забруднені) та на енергоносій (умовно чистий продукт). Також потрібно слідкувати за внесенням необхідної кількості добрив для зменшення переходу радіонуклідів у рослини та збільшення урожаю.

Що ж до територій, які залишились без рекультивації із залишками токсичних речовин після гірничодобувних робіт тут виникає інша проблема і полягає вона у еколого-економічній ефективності рекультивації. Тобто, звичайно можна завезти на територію з оптимальними кліматичними умовами для ведення сільськогосподарської діяльності глину, пісок та чорнозем і нагромадити його відповідним шаром, але це досить вартісна операція. Також є небезпека попадання токсичних речовин, важких металів у харчовий продукт. Доцільніше нанести невеликим шаром родючого ґрунту та висадити енергетичні культури такі як: міскантус, ріпак. Фаворитом буде міскантус, який не тільки очищує ґрунт від токсичних речовин та радіонуклідів, але з часом нагромаджує органічне добриво. Також його можна переробляти на біогаз. Тому потрібно залучати інвесторів, ринково зацікавлювати, обговорювати зменшення податкового навантаження у перші 3-7 років, для зменшення витрат. Це сприятиме подвійній

вигоді як інвестору, так і державі в цілому та раціоналізуватиме використання територій, на яких не велась жодна діяльність.

Так, при утилізації відходів та отриманні біогазу можна отримати додатково: біологічні добрива, теплову енергію, можливість вироблення електроенергії та забезпечення безперебійності в її отриманні. Комплексний підхід дозволить додатково економити на даних бонусах, що позитивно впливатиме на ведення бізнесу та буде першопричиною синергетичного еколого-економічного ефекту. Також біогаз вважається продуктом, отриманим з відновної біомаси, що на даному етапі розвитку людства є дуже актуальним.

Варто зазначити, що якщо у нас так багато біомаси сумарно, але при цьому не всі можуть дозволити будівництво біогазової установки. Для ефективної утилізації органіки варто створювати ринок органічних відходів з зазначеними параметрами (з якого виду діяльності відхід, вологість, лабораторний аналіз складу). У такому випадку великі БК зможу викупляти дану сировину та переробляти її. Це б розв'язало проблему ефективної еколого-економічної утилізації органічних відходів у дрібних підприємствах та об'єктах господарювання. При цьому стимулювало б нарощування об'ємів виробництва біогазу та біодобрив, а відповідно і імпортозаміщення. Звичайно тут є певні обмежувальні фактори, як от віддаленість продавця від покупця. Для рентабельної переробки потрібно щоб між контрагентами була мінімальна відстань. Тому, що тут питання буде поставати у тому хто буде нести витрати по доставці, а також, яка буде ціна. Фактично при малих об'ємах будуть зацікавлені продавці віддати свої відходи. А при великих об'ємах – навпаки. Варто проводити такі операції через електронні торги та надавати певний шаблон інформації. В якому мало б міститись: ціна за тонну, вид органічного відходу, опис від чого утворений, а також, як додатковий можливий ідентифікатор лабораторне дослідження сировини.

Звичайно нам потрібно мати законодавчо закріплені норми щодо реалізації, перевірки якості, вирішення суперечок, перевезення органічних відходів, умови для їх утримування чи накопичення. Адже чим зрозуміліші правила, тим простіше за ними працювати.

3.2. Створення системи державної підтримки розвитку виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки

Нам потрібно якомога швидше та ефективніше збільшувати обсяги виробництва біогазу. Ефективніше та якісніше ми це можемо зробити у випадку підготовленої нормативно-правової бази, фінансового забезпечення та достатніх об'ємів сировини. 12 грудня 2015 року було підписано міжнародну кліматичну угоду – Паризький договір. І Україна повинна скористатися наявними можливостями та важелями, які забезпечує імплементація Паризького договору задля нарощування потужностей у біоенергетиці загалом та у біогазовому виробництві зокрема.

Відповідно, Україна повинна отримати відчутне зменшення викидів парникових газів, скорочення споживання традиційних енергоресурсів, збільшення частки відновлюваних джерел, розвиток економіки (ріст ВВП), ріст добробуту населення. І нам якомога швидше потрібно почати реалізовувати дану ідею, бо ми зараз у не надто вигідному енергетичному положенні, не кажучи про перехід до сталого розвитку, тобто фактичне зменшення забруднення.

У 2015 р. Законом України № 514-VIII для виробників електроенергії з біомаси та біогазу «зелений» тариф збільшено на 10 %, до 3,4547 грн/кВт*год та є досить високим у порівнянні з іншими джерелами виробництва (сонячної, вітро, гідро енергетики) [126].

Україна однією з перших підготувала Стратегію низьковуглецевого розвитку, яка є вимогою Паризького договору. Ця стратегія підрозуміває перехід до моделі діяльності низьковуглецевого розвитку економіки, яка забезпечує декарбонізацію енергетики, значний ріст енергоефективності і активний розвиток відновлювальних джерел енергії [116].

У енергетичній стратегії України на період до 2035 року під назвою «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність» зазначається про ріст частки електроенергетичної галузі, який застосовує тверду біомасу і біогаз, як енергоресурс, що зумовлений як відносною стабільністю виробництва (за

наявності сировини), так і ростом можливостей до створення локальних генеруючих потужностей. Переваги надаватимуться при комплексному виробництві теплової і електричної енергії у когенераціях та заміщенню вуглеводневих видів палива. Потреба у збільшенні виробництва біопалива полягає у забезпеченні енергетичної безпеки, розвитку конкурентоспроможності виготовленої продукції та пришвидшення процесів економічного зростання України при цьому не підвищуючи забруднення навколишнього середовища[46]. На сьогодні можна зазначити такі основні бар'єри, що перешкоджають розвитку запуску та виробництва біогазу:

- недосконала та розмита нормативно-правова база, яка не може забезпечити адекватне регулювання, що в свою чергу значно сповільнює розвиток галузі;
- відсутність чітких екологічних вимог, які б слугували стимулом для проведення ефективної утилізації органічних відходів від сільськогосподарського виробництва. Такими відходами можуть бути: відходи тваринницьких ферм та птахофабрик, рослинних решток, уражених продуктів, протермінованих продуктів, які повертаються виробникам для утилізації, відходів від діяльності овочесховищ, супермаркетів, ринків. Всі ці відходи можна утилізувати за допомогою анаеробного зброджування у БК, для зменшення обсягів цих відходів та екологічних ризиків, які з ними пов'язані [131];
- потреба у значних стартових інвестиціях для будівництва БК та брак стабільності у фінансовій сфері. Враховуючи навіть те, що певні державні банки надають спеціальні пропозиції для кредитування проєктів у сфері відновної енергетики у гривні, високі ставки за кредитами, що знаходяться в межах 19,5% – 24,5% річних, не дозволяють отримувати фінансові запозичення на прийнятних умовах. Трохи краща склалась із зовнішнім кредитуванням, яке проводиться у рамках міжнародних програм, направлених на реалізацію проєктів стабільного енергетичного розвитку. Сьогодні в Україні доступні кредитні лінії Європейського Банку Реконструкції і Розвитку: Ukraine Sustainable Energy Lending Facility, Ukraine Energy Efficiency Programme для українських компаній, що бажають інвестувати у проєкти з енергоефективності і відновної енергетики.

Втім, занадто високі вимоги для фінансових, технічних та екологічних критеріїв проектів не дозволяють всім охочим подати запит на отримання необхідного фінансування[70];

- відсутність механізму створення біогазових установок у межах кооперації фермерських господарств. Варто зазначити, що 48,2% поголів'я тварин в Україні розводиться в домашніх селянських господарствах та невеликих фермерських господарствах, і тому будівництво та запуск рентабельних біогазових установок є ефективним і можливим з умовою їх кооперації [70];

- відсутність сформованої інфраструктури ринку біопалива та невідповідність споживачів до використання даного продукту. На даний момент в Україні не існує продуманої інфраструктури ринку біопалива та економічного важеля, спрямованого на мотивування споживання електроенергії з ВДЕ, і біогазу у тому числі. Щоб виправити дану ситуацію доцільно поширити іноземний досвід щодо створення механізмів підтримки, що направлені у напрямку росту попиту на електроенергію з ВДЕ, а також використання обов'язкових квот на її споживання [70]. Варто впровадити мінімальну частку біопалива у паливному кошику, починаючи з заправних станцій та нарощувати даний показник для всієї економіки;

- відсутність програми державної підтримки виготовлення та використання органічних добрив для покращення якісних властивостей ґрунту та його родючості [70];

- інвестиційний клімат в Україні, який потрібно покращити. І це потрібно робити ретельно та сукупно, тобто від рівня нормативно-правової бази, зменшення корупції, спрощення бюрократії, адекватної та незалежної роботи судів та верховенство права. Що повинно створити максимально сприятливі організаційно-економічні умови для довготривалих інвестицій в Україну, а не тимчасових впливань відповідно до курсу іноземних валют та стану політичної ситуації в Україні.

Якщо говорити практично, то важливо сформувати баланс між «батогом та пряником». А саме сформувати цілісну програму зі зменшення податкового

навантаження щодо діяльності біогазової установки в перші 5 років роботи. Бо саме в цей час найбільше навантаження формується по бюджету інвестиційної та операційної діяльності. Це можна реалізувати у вигляді часткових чи повних податкових канікулів (це має залежати від потужності об'єкта). Ефективним буде залучення закордонних фондів для формування під керівництвом держави програми грантів та стартових кредитів з 0% для запуску та налагодження роботи біогазових установок. При цьому такі кошти повинні виділятися з обов'язковою так званою «групою підтримки», яка повинна забезпечувати прогалину в знаннях щодо проєктування, методах розрахунків, налагоджуванні та мати налагоджені контакти з виробниками обладнання та науковими представниками. Даний симбіоз буде надавати поетапну підтримку та зможе відчутно покращити стан розвитку виробництва біогазу. Нарощування інфраструктури для очищення, накопичення та споживання сприятиме більшому поширенню та розвитку споживчого ринку. Впровадження мінімальних обов'язкових квот на споживання біогазу, як для автогазу, так і для промислового споживання. Що в свою чергу активізуватиме розвиток біогазової сфери та замістить частку природного газу біогазом, а також підвищить загальну частку ВДЕ. Також потрібно заохочувати використання біодобрив для застосування у агропромислових підприємствах, водночас заміщуючи мінеральні добрива, які менш ефективні та яких левову частку ми імпортуємо.

Процес виробництва та споживання біопалива повинен бути підтриманий комплексом таких дій: проведенням прозорості та комплексної податкової і фінансової політики, сформованої дієвої законодавчої бази, сертифікації та стандартизації виробленої продукції, забезпечення інформаційно-технічної та податкової підтримки, сприяння науково-технологічному розвитку виробників обладнання, здійснення комплексної оцінки потреб споживання та відповідно і виробництва ринків біопалива та біодобрив, забезпечення мінімального квотування для споживання таких товарів та державних гарантій щодо цього.

Також потрібно вдосконалити нормативно-правову базу, яка повинна забезпечити адекватне регулювання, а також дотримання прав та обов'язків

стейкхолдерів. Це буде значно стимулювати приплив інвестицій у галузь ВДЕ в цілому і біогазу зокрема. Відсутність гарантій захисту інвестицій, мізерні ринки збуту біопалива тут в Україні та без стандартів, які відповідають європейським, унеможлиблюється активний запуск нових заводів та і сама їх діяльність, тобто виробництва і споживання біопалива. А слабка обізнаність громадян та дезінформація не спроможна забезпечити підтримки, а інколи негативно налаштовує населення проти запуску таких об'єктів та створює значні проблеми для їх реалізації. Штрафи та податки повинні мати збалансовані вартісні показники та виступати у ролі превентивних заходів. При цьому штрафи повинні покривати заподіяну шкоду природному середовищу, а податки – сприяти зменшуванню навантаження на довкілля. Основне правило – це залучення потужностей відновної генерації у споживанні. Це найефективніший метод для швидкого розвитку галузі.

Найбільш дієві фактори державної підтримки, які варто імплементувати:

- квоти на споживання: тепла, електроенергії та біогазу, метанового палива для транспорту (наприкладі механізму ЄС з біодизелем та біоетанолом);
- зрозумілий принцип формування «зеленого» тарифу та впевненість у його отриманні;
- прозорі та зрозумілі законодавчі норми, які регулюють діяльність у сфері виготовлення та реалізації біогазу, біодобрив, електроенергії та тепла від БК. Та інших питань у сфері діяльності БК;
- створення органу, який допомагатиме у пошуку кредиторів та підписанні з ними угоди щодо надання фінансування з фермером (безвідсоткові або низьковідсоткові) на будівництво БГУ. Менеджмент та підтримка цього процесу;
- поступовий ріст екологічного податку на викиди (з градацією податку у відповідності до об'ємів річних викидів до кількості товару). Щоб заохочувати модернізацію потужних промислових підприємств. Але тут дуже важливе поступове зростання, а не одразу перехід до європейського рівня;

- зменшення податкового навантаження на перші 4-7 років. Це б забезпечувало пришвидшення повернення коштів кредитором та активніший подальший розвиток.

3.3. Впровадження позитивного зарубіжного досвіду виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки

Світова сфера різновидів біопалива дозволяє застосовувати широкий спектр заходів законодавчого та нормативно-правового впливу для розвитку зеленої енергетики, і державних програм, які сприятимуть збільшення виробництва біопалива у відповідній країні [42].

Прихильники біоенергетичної сфери зазначають, що використання біомаси в енергетиці має низку переваг, багато з них саме в довгостроковому періоді, при цьому опоненти вважають біоенергетичні проекти неефективним використанням державних коштів (субсидії), а блага, які отримуємо від них, несумісні з витратами. Проте, значна кількість країн світу, які досягли відповідного рівня розвитку у біоенергетиці, застосовують прямі субсидії. Актуально коли керівництво країни ставить ціль – збільшення споживання біопалива у короткі терміни. Це відноситься для розвинених країн, так і тих, що у процесі розвитку.

Зараз у світі спостерігається щорічне зростання у середньому на 20–25% виробництва енергоресурсів з відновлюваних джерел, серед яких значного розвитку набувають енергоносії біологічного походження, що частково зумовлено діяльністю державних програм. Міжнародне енергетичне агентство, оцінює щорічний ріст світового виробництва біопалива приблизно на 7% [63].

Процес стимулювання виготовлення біопалива в більшості країн світу здійснює уряд за допомогою виділення у відчутних розмірах субсидій, а при його споживанні працює система пільг та заохочень, які закріплені на законодавчому рівні. Формування та розвиток біопаливної сфери проводиться на засадах державного регулювання, прийняттям потрібних програм, законів і постанов, серед них основними є: Кіотський протокол Рамкової Конвенції ООН; «дорожня

карта», Зелена книга ЄС «Про безпеку енергопостачання»; Біла книга ЄС «Енергія майбутнього у відновлюваних джерелах енергії»; Директива 2001/77/ЄС – сприяє розширенню виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії; Директива 2003/30/ЄС – мотивує застосування біопалива або відновлюваних видів палива у транспорті; Директиви 2003/54/ЄС – зазначають принципи діяльності ринку, які забезпечуватимуть вільну конкуренцію і розвиток компаній, а також інтереси споживачів; Директива 2003/96/ЄС – запроваджує систему податкових знижок, пільг і дотацій для сприяння виробництву й розвитку цієї галузі та скасовує податок на біопалива в країнах ЄС; Директива 2009/28/ЄС – про мотивування використання відновлюваної енергії та внесення змін і наступної заміни Директив 2001/77/ЄС і 2003/30/ЄС [63]. Так, у 2006 р. опублікували «Зелену книгу», в якій представлено основні підходи щодо нової енергетичної політики, основних її завдань та заходів для їх вирішення. У книзі виділено потребу стабільного забезпечення енергії до країн ЄС із країн-експортерів енергоносіїв, важливість лібералізації ринку, потребу економії енергоресурсів та розвитку технологій у енергетичній сфері, посилення екологічних вимог щодо енергоспоживання [21].

Підвищення екологічних вимог до відпрацьованих газів різних видів двигунів вказує на потребу переходу споживачів на біопалива. При додаванні біопалива до традиційних видів палива орієнтовно на 30% зменшується його недопалювання і відповідно знижуються викиди в атмосферу, що відповідає вимогам з охорони довкілля. Через те, що частка відновлюваних джерел енергії у паливно-енергетичних балансах кожної країни різна, тому для її збільшення в ЄС прийняли «Білу книгу» (1997 р.), що є ключовим документом стратегічного планування, який зазначає напрямки довгострокової політики і ставить кількісні показники для підвищення частки відновлюваної енергії з 5,75% до 20% з 2000 – 2020 рр. Конкретними показниками ЄС в галузі енергетики постали завдання щодо зменшення енергоспоживання на 13% до 2020 р., досягнення частки біологічних видів палива до 10%, а також зниження викидів оксидів вуглецю на 20%. За розрахунками фахівців, буде потреба використати від 4 до 13% загальної

площі сільськогосподарських угідь ЄС, щоб забезпечити потрібний об'єм рідких видів палива у транспорті. Тобто, висока актуальність розвитку біоенергетики у країнах ЄС змотивована ростом ціни на викопні палива, політикою мотивування розвитку відновлюваних джерел енергетики, заходами ЄС щодо підвищення енергетичної безпеки загалом [30].

Європейські країни збільшують частку, вдосконалюють і впроваджують у виробництво технології біоенергетики не менше, як 25–35 років. Практичний досвід країн ЄС доводить, що навіть за наявності докорінно різних факторів, які впливають на перспективи розвитку і ступінь впровадження відновлюваних джерел енергії, головну роль при цьому відіграє чинна система економічного стимулювання та екологічна доцільність промислового використання. Країни, які бажають запроваджувати власне виробництво біологічних видів палива насамперед потрібно змодельовати та вивчити можливі наслідки від розвитку біопаливного виробництва на економічну і соціальну сфери, а також комплексного впливу на стан довкілля. І лише на основі цих результатів варто розробити стратегію подальшого розвитку галузі біоенергетики із представленням потреб і необхідних об'ємів виробництва біопалива, еколого-економічного обґрунтування доцільності виробництва, формування вимог до сировини, використання необхідних технологій та придбання відповідного обладнання. Також варто визначити частку реалізації поставлених завдань з погляду на економічну ситуацію, враховуючи попит використання біопалива і не менш важливе – прогнозування залучення внутрішніх і зовнішніх інвестицій [64].

У кожній країні застосовують відмінні механізми підтримки розвитку біометану. Ці механізми діють в різних частинах ланцюга утворення вартості БМ. Першопрохідцями у цьому були Німеччина та Швеція. У Німеччині активно використовували з 2000 - 2014 рік зелений тариф, як стимул на електроенергію, вироблену з біогазу, додаткові бонуси за збагачення біогазу до якості природного газу, а також використання енергетичних культур. Швеція заохочувала використання біометану в якості моторного палива майже з самого початку. Також використання біометану звільняється від оподаткування на вуглець та

енергію. За останні роки виробництво БМ активно розвивається у Франції, Італії, Данії, Великобританії та Нідерландах. Національні механізми стимулювання та підтримки включають такі заходи, як фіксовані тарифи на вироблений БМ або електроенергію з нього (FIT), інвестиційну підтримку, системи квот або стимулюючу податкову політику. Крім фінансової підтримки, можливі стимулюючі заходи щодо ліцензування та правових аспектів для зменшення ризиків проєкту[86].

Європейську систему підтримки виробництва та споживання біометану з комерційної точки зору варто розділити на три сфери:

1. Національні системи підтримки або фіксований тариф (FIT): з виробництва біометану; з виробництва електроенергії.
2. Системи підтримки для транспорту: квоти; податкові пільги; сертифікати.
3. Добровільний ринок – зобов'язання (вимоги) використання відновлюваного газу кінцевими споживачами [86].

Фіксований тариф (FIT) це популярний метод для збільшення виробництва БМ, і цю систему пропонують у 18 країнах Європи. Різні системи підтримки використовують різні підходи: FIT на біометан або на електроенергію, що вироблена з БМ, бонуси, які додаються до ринкової ціни та ін. Кожна країна має свою національну систему підтримки. Наприклад, у Німеччині до 2014 року діяв закон про відновлювані джерела енергії (EEG), який відчутно та різко збільшив обсяг ринку. Швейцарія, Австрія та Швеція забезпечують звільнення від сплати податку на природний газ у разі використання БМ. Великобританія та Нідерланди використовують квоти на основі енергетичної цінності палива. Німеччина є єдиною країною, яка має впроваджену систему контролю зниження викидів ПГ на моторному паливі з біометану[86].

Указ Міністерства Італії про заохочення використання біометану, як сучасного біопалива на транспорті у період 2018-2022 рр., був спрямований на просування біометану та сучасних видів біопалив для росту частки відновлюваних видів палива у транспорті (9% біопалива до 2022 р.). Указом сформована схема підтримки біометану, що надходить в мережу для застосування

у транспорті. За період з 2018 - 2022 рр., він покриває 4,7 млрд Євро і забезпечує максимальну кількість у 1,1 млрд м³/рік виробництва БМ. Цей механізм фінансується за рахунок постачальників моторного палива та під їх зобов'язання у відповідності до долі біопалива (9% біопалива до 2022 року, включаючи 1,39% біометану та 0,46% іншого сучасного біопалива). Таким чином БМ представляє собою 75% в структурі сучасного біопалива. Обсяги добровільного продажу сертифікатів біометану зростають у всій Європі з 2016 року. Найбільш значні обсяги торгуються на добровільному ринку dena-Registry (Німеччина, Швейцарія, Данія, Швеція, Угорщина). Іншим прикладом є торгівля Вертогас (Vertogas) між Нідерландами та скандинавськими країнам [86].

До спеціальних нормативних документів належить Закон України № 1391–14 від 14.01.2000 р. «Про альтернативні види палива», який визначає правові, соціальні, економічні, екологічні й організаційні принципи виробництва, видобутку та споживання альтернативних видів рідкого й газового палива на основі залучених нетрадиційних джерел і видів енергетичної сировини» [124, 125]. Указ Президента України № 1094/2003 від 26.09.2003 р. «Про заходи щодо розвитку виробництва палива з біологічної сировини» прийнятий для мінімізації залежності національної економіки від імпорту нафтопродуктів та газу, забезпечення розвитку сільськогосподарського комплексу, сприятиме відновлення стану довкілля [128]. Закон України № 1391–VI від 21.05.2009 р. (поточна редакція від 01.01.2014 р. № 1391–17) «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива» зазначає поетапний ріст нормативно визначеної частки виробництва і застосування біопалива, а також змішаного моторного палива.

Законом передбачено з 01.01.10 р. до 01.01.19 р. пільги для виробників біопалива: звільнення від оплати ввізного мита та ПДВ при імпорті техніки, обладнання чи устаткування, що використовується для відновлення існуючих та будівництва нових підприємств, що займаються виготовленням біопалива, виробництва і реконструкції технічних та транспортних засобів задля забезпечення споживання біопалива, і технічних та транспортних засобів, серед

них і самохідні сільськогосподарські машини, що працюють з споживанням біологічних видів палива; звільнення виробництва біопалива від податку на прибуток, який отримано від реалізації біопалива; розрахунок акцизного збору з виробництва біологічних видів палива з 0 % ставкою але тільки до 01.01.14 р.; заaproвадження з метою підвищення інвестицій в оновлення основних фондів системи бонусної амортизації устаткування, яка працює на альтернативному виді палива [127].

Т. Плахтій та В. Драчук зазначають, що законодавче регулювання на державному рівні із використанням різних підходів для стимулювання виробників та споживачів певної галузі народного господарства свідчить про зацікавленість у позитивному розвитку та розширенні певного ринку у перспективі. Щодо енергетичної галузі, яка виробляє біопаливо, передбачається ряд податкових важелів для зниження податкового тиску на суб'єкти, які задіяні у даному процесі [117].

За даними В. Сінченка, М. Гументика та В. Баликіної, в правовому полі України існує біля тридцяти законодавчих актів, які були прийняті за роки незалежності, що регулюють відносини у сфері виробництва та споживання біопалива. Але, перші з них мають переважно декларативний характер, в яких не створено фінансових механізмів підтримки. Аналізуючи чинні законодавчо-нормативні акти, можна зауважити, що процес розвитку біоенергетики значно уповільнює недосконалість стратегії та чіткості практичних механізмів виконання поставлених завдань, не менш важливим фактором є невідповідність стандартів, а також системи сертифікації біопалива відповідно до критеріїв сталості використання біомаси. Результатом цього став низький рівень конкурентоспроможності та інвестицій підприємств, які виробляють і постачають альтернативні енергоносії [148].

Незважаючи на те, що проблематичність забезпечення власними енергетичними ресурсами є досить актуальним питанням на сьогодні для нашої держави, Ю. Тараріко також зазначає, що прийняті законодавчі та нормативні акти, щодо виробництва та використання біопалива в Україні зараз має

епізодичний характер, освоєно лише певними підприємствами і зводиться переважно до постачання біоенергетичної сировини на світовий ринок [155].

М. Роїк та інші повідомляють, що Україна має значні можливості у виробництві біопалива з органічної сировини, і можливості для його реалізації. Але існують проблеми нормативно-правового характеру, створення (внутрішнього) ринку біопалива, імплементація та сертифікація відповідно до світових стандартів, що заважають у використанні даного потенціалу у повній мірі. Тому особливої актуальності набуває внесення змін до чинного законодавства, розробка нових нормативних та законодавчих актів, що відповідатимуть стандартам ЄС та вимогам стабільності, введення фінансових стимулів і механізмів та інноваційно-інвестиційної підтримки у сфері виробництва біопалива [140].

Згідно із Додатком ХХХ до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, Україна бере зобов'язання імплементувати до свого законодавства положення 26 директив та 3 регламентів ЄС. Адаптація законодавства ЄС до законодавства України повинна відбутись у таких секторах як: керування довкіллям та інтеграція екологічної політики у інші галузеві політики; якість атмосферного повітря; управління відходами та ресурсами; якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище; охорону природи; промислові забруднення та техногенні небезпеки; зміну клімату та захист озонового шару; генетично модифіковані організми [161].

У 2017 році прийнято Закон України «Про оцінку впливу на довкілля», який створює можливість задіяти прогресивну та проєвропейську модель оцінки впливу на довкілля відповідно до Директиви 2011/92/ЄС про оцінку впливу окремих проєктів на навколишнє природне середовище [129].

З 1 січня 2018 року вступила у силу правка до закону «Про відходи», яка забороняє захоронення неперероблених відходів. Відповідно до Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, Україна має зобов'язання протягом найближчого часу для приведення національного законодавства у відповідність до європейських вимог. Європейська комісія розробила Дорожню карту з

енергетики до 2050 р., в якій описано, як досягти зазначених цілей задля зниження емісії парникових газів, забезпечуючи при цьому надійність та конкурентоспроможність систем енергопостачання [194]. Варто взяти до уваги ідеї та доопрацювати для наших реалій.

Відповідно до змін у законодавстві, які вступили у силу з 2018 року, органам місцевого самоврядування заборонено захоронення неперероблених побутових відходів на полігонах. Тому потрібно забезпечити сортування сміття за видами для переробки та утилізації. Щоб зменшити захоронення побутового сміття, місцеві ради зобов'язують до дотримання таких законодавчих вимог:

- 1) Встановити 4 окремих контейнери (для пластику, паперу, скла та змішаних побутових відходів) у кожному селі, селищі, місті чи об'єднаній громаді.
- 2) Передавати цінні компоненти відходів підприємствам, що займаються їх переробкою чи повторним використанням.
- 3) Побудувати сміттєпереробні комплекси для обласного забезпечення переробки відходів, які включатимуть сміттєсортувальні лінії, компостування органіки (для переробки у біогаз та добрива) та полігони для захоронення відходів. Такі полігони не можна повторно використати чи переробити. Для координації та забезпечення ефективної діяльності поводження з відходами було створено координаційну раду. Вона утворена на період до 2030 року для забезпечення узгоджених дій центральних і місцевих органів виконавчої влади з формування та реалізації державної політики у сфері поводження з відходами [131]. Але дану стратегію та зміни в законодавстві варто було б доопрацювати у напрямку можливості сортування органічних відходів в окремий контейнер, які і інші види відходів. Позаяк левова частка їх надходить у змішані відходи, які потрібно сортувати та утилізувати, що несе непотрібні додаткові витрати. Варто зробити багатоступеневу складну систему і розбити на прості частини, які почергово вводити кожні 2 роки.

Варто відзначити, що одним із основних факторів, які стримують розвиток виробництва біогазу та біодобрив в Україні, є відсутність дієвої нормативно-правової бази. Враховуючи те, що на сьогоднішній день напрацьовано та

прийнято ряд законодавчих актів і проєктів, які повинні були створити сприятливі умови для розвитку виробництва біопалива, ситуація відчутно не змінилась. Проте у більшості випадків вони мають прогалини у практичних питаннях, на яких побудований механізм взаємодії стейкхолдерів з державою та між собою. Але і досконалі законодавчі акти варто гармонізувати та забезпечити зрозумілі та уніфіковані механізми регулювання. Що ж до біопаливної індустрії, то для неї необхідна цілісна інфраструктура, система стандартів та нормативів, проведення комплексної експертизи, а також здійснення сертифікації вироблених біопалива та біодобрив.

Для налагодження процесу виробництва та споживання біопалива та біодобрива не має місця для часткових рішень, тобто стратегічної безвідповідальності. Необхідно враховувати не тільки економічну ситуацію і кон'юнктуру ринку, а підходити комплексно та враховувати впливи на навколишнє середовище та здоров'я людини. Керуватись загальновідомим принципом – «думай глобально, дій локально» та приймати обґрунтовані та далекоглядні управлінські рішення, які будуть націлені на розвиток галузі та уникнення низки негативних економічних, юридичних, екологічних, соціальних та інших довготривалих процесів і їх можливих наслідків. Проблема правового регулювання буде вирішена тоді, коли будуть чіткі та однозначно описані норми до виконання та політична воля дотримання їх для усіх суб'єктів. Тому що через правовий нігілізм та лобізм політиками бізнес інтересів, які стали відчутними з розвитком тіньового сектору економіки, законодавство та податкова його складова виглядає ручним інструментом. А це значно відлякує інвесторів для ведення бізнесу в Україні. Тому зараз прийняття необхідних законодавчих заходів у регулюванні біопаливного виробництва може мати дуже хороший ефект, як для внутрішнього розвитку, так і для майбутніх інвестицій. Потрібно подбати про покращення інвестиційного клімату у секторі альтернативної енергетики, що є прямим зв'язком з докорінним покращенням інвестиційного клімату в Україні загалом.

В більш глобальне питання входить утвердження верховенства права, запровадження умов ринкового ціноутворення, а також прозора та зрозуміла податкова політика. Ми повинні розуміти яких показників (об'ємів) ми повинні досягти та по якому типу біомаси, а тоді розпланувати шлях до досягнення даних показників. У нових програмах необхідно зазначати строки їх діяльності та публічного звітування наприкінці. Проведення періодичних перевірок щодо досягнення відповідного етапу програми та дотримання часових рамок дозволить виявляти проблемні місця, швидко виправляти їх, а при необхідності, навіть, згортання певних невиправданих програм.

Висновки до розділу 3

Стейкхолдери повинні розуміти переваги та недоліки реалізації проєкту БК. При цьому чим комплекснішим буде запит отримувача послуг, тим швидше буде розвиватись ринок надання таких послуг. Тому чим більше зацікавлених сторін, тим швидше буде впроваджуватись запуск БК. Проєкт буде ставати якіснішим, а процес простішим. У виготовленні біогазу мали б бути зацікавлені громадськість, бізнес і держава зокрема. Але процес зацікавлення приходить після представлення суспільству ефективно реалізованих проєктів. У представленні варто роз'яснити мету проєктів, принципи їх діяльності, а також блага, які отримали від їх діяльності.

У створенні системи державної підтримки розвитку виробництва і використання біогазу у аграрній сфері економіки важливо сформувавши баланс між «батоном та пряником». Спершу варто сформувавши цілісну програму зі зменшення податкового навантаження щодо діяльності біогазової установки в перші 5 років роботи. Бо саме в цей час найбільше навантаження формується по бюджету інвестиційної та операційної діяльності. Це можна реалізувати у вигляді часткових чи повних податкових канікулів (це має залежати від потужності об'єкта). Ефективним буде залучення закордонних фондів для формування під

керівництвом держави програми грантів та стартових кредитів з 0% для запуску та налагодження роботи біогазових установок. При цьому дані кошти повинні виділятися з обов'язковим так званим «пакетом підтримки», який повинен забезпечувати прогалину в знаннях щодо проектування, методах розрахунків, оптимізації та мати налагоджені контакти з виробниками обладнання та науковцями. Такий симбіоз буде надавати поетапну підтримку та зможе відчутно покращити стан розвитку виробництва біогазу. Нарощування інфраструктури для очищення, накопичення та споживання сприятиме більшому поширенню та розвитку споживчого ринку. Впровадження мінімальних обов'язкових квот на споживання біогазу ефективно стимулює розвиток біопалива (як у вигляді автогазу, так і для господарсько-промислового споживання), заміщуючи частку природного газу біогазом та підвищуючи загальну частку ВДЕ. Також потрібно заохочувати використання біодобрив для застосування у агропромислових підприємствах, водночас заміщуючи мінеральні добрива, які менш ефективні та яких левову частку імпортуємо.

Процес виробництва та споживання біопалива повинен бути підтриманий комплексом таких дій: проведенням прозорості та комплексної податкової і фінансової політики; сформуванням дієвої законодавчої бази, сертифікації та стандартизації виробленої продукції; забезпеченням інформаційно-технічної та податкової підтримки; сприянням науково-технологічному розвитку виробників обладнання; здійсненням комплексної оцінки потреб споживання та виробництва ринків біопалива та біодобрив; забезпеченням мінімального квотування для споживання таких товарів та державних гарантій щодо цього.

Першочергово потрібно вдосконалити нормативно-правову базу, яка повинна забезпечити адекватне регулювання, а також дотримання прав та обов'язків стейкхолдерів. Це буде значно стимулювати приплив інвестицій у галузь ВДЕ в цілому і у виробництво біогазу зокрема. Не менш важливим є гарантування захисту інвестицій, запуску та обслуговування ринків збуту біопалива в Україні з можливістю реалізації за кордоном. Для цього потрібно дотримуватись стандартів, які повинні бути гармонізовані із нормативами ЄС для

можливості транскордонної співпраці у галузі реалізації біогазу та біодобрив. Відсутність цих факторів гальмує процес розвитку виготовлення і подальшого споживання біопалива. А слабка обізнаність громадян та дезінформація не спроможна забезпечити підтримку, а інколи негативно налаштовує населення проти запуску таких об'єктів та створює значні проблеми для їх реалізації. Штрафи та податки повинні мати збалансовані вартісні показники та виступати у ролі превентивних заходів.

Необхідно враховувати не тільки економічні та ринкові ефекти, а підходити комплексно і враховувати впливи на навколишнє середовище. Керуватись загальновідомим принципом – «думай глобально, дій локально» та приймати виважені, обґрунтовані й далекоглядні управлінські рішення для уникнення негативних економічних, юридичних, соціальних, екологічних та інших довготривалих впливів та їх наслідків. Проблема правової основи буде розв'язана лише тоді, коли будуть чіткі та однозначно описані норми до виконання та політична воля дотримання їх для усіх суб'єктів. Через правовий нігілізм та лобізм політиками бізнес інтересів, які стали відчутними з розвитком тіньового сектору економіки, значно відлякує інвесторів для ведення бізнесу в Україні. Тому перш за все прийняття необхідних законодавчих та податкових заходів у регулюванні біопаливного виробництва може мати дуже значний ефект як для розвитку діючих об'єктів, так і для майбутніх інвестицій для створення нових.

Основні наукові результати, що подані у третьому розділі дисертації, відображені в опублікованих працях [173, 174, 188].

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні представлено основні результати дослідження шляхів розв'язання науково-прикладної задачі еколого-економічної ефективності виробництва та використання біогазу, одержаного з відходів виробництва в аграрній сфері економіки. На основі отриманих результатів були зроблені такі висновки:

1. Якщо розглядати еколого-економічну ефективність виробництва як одне із головних понять стійкого зростання, то можна дійти висновку, що господарська діяльність людини повинна бути спрямована на мінімізацію використання ресурсів при незначній або ж і взагалі без зміни якості продукту, а також мінімізацію негативних впливів на довкілля та організм людини, при цьому потрібно досягати конкурентної ринкової вартості та працювати у системі як безвідходного виробництва, так і маловідходного споживання. Мова йде про доцільність утилізації відходів виробництва з метою отримання вторинних продуктів та зменшення навантаження на навколишнє середовище, а також досягнення маловідходного споживання кінцевим консументом. Сприятливі досягненню такої ситуації можуть результати аналізу життєвого циклу продукції з врахуванням оцінки потоків енергії та матеріалів і впливу на довкілля та організм людини. Це дозволить оптимізувати параметри виробництва і зменшити при цьому кількість енергії та часу на виготовлення продукції.

2. Виробництво біогазу охоплює утилізацію не лише безпосередньо відходів аграрної сфери виробництва, але й іншої органіки, яка перебуває в зоні функціонування сільськогосподарських підприємств. Розрахунки підтвердили високу еколого-економічну ефективність вирощування ріпаку на біодизель та переробку його жому на біогаз, вирощування міскантусу та виготовлення з нього біогазу, утилізації синьо-зелених водоростей та ціанобактерій з водосховищ, а також енергетичних культур, висаджених на територіях, які радіаційно забруднені, з метою рекультивації цих територій. Значний еколого-економічний ефект одержується в процесі рекультивації територій, пошкоджених

гірничодобувними роботами – тут (після нанесення мінімального шару родючого ґрунту) доцільно вирощувати енергетичні культури, які можна переробляти з одержанням біогазу. Фаворитом в цьому випадку є міскантус, який можна переробляти на біогаз і який не тільки очищує ґрунт від токсичних речовин та радіонуклідів, а з часом накопичує в ньому органічне добриво.

3. В Україні є великий сировинний потенціал для виробництва біогазу та значні можливості для нарощування потужності біогазових установок. Переробка органічних відходів від виробництва та споживання у біогазовій установці є економічно і екологічно оптимальним рішенням. При цьому утворені внаслідок утилізації відходів продукти (біогаз, біодобрива) сприяють розв'язанню проблеми задоволення потреби у певних категоріях матеріальних ресурсів, а саме енергоресурсами та добривами, які сприятимуть збільшенню обсягів виробництва при умові зменшення обсягів використання природних ресурсів. Одночасно досягається зменшення кількості відходів, які потрапляють на сміттєзвалища від підприємств харчової та легкої промисловості, а також готельно-ресторанного бізнесу. Заміщення енергоносіїв та добрив біологічними аналогами, які досягаються при утилізації відходів виробництва на біогаз, а також значне зменшення їх імпорту – позитивно впливають і на внутрішню рівновагу у країні, і на її ВВП.

4. Результати проведених оцінок дають підстави вважати, що доцільно доповнити методику оцінки еколого-економічної ефективності виробництва та використання біогазу, одержаного в ході утилізації відходів від виробництва аграрної продукції, алгоритмами фінансового та економічного аналізу, а також моделюванням впливу на рівень цієї ефективності найбільш вагомих чинників, якими в ході дослідження виявились: динаміка рівня цін на біодобрива, відсоток дисконтування та динаміка цін на енергоносії. При цьому економічний аналіз доцільно здійснювати із врахуванням екологічних аспектів у вигляді впливів на навколишнє середовище та здоров'я людини.

5. Застосований фінансовий та економічний аналіз практичної реалізації проекту біогазового комплексу у ПРАТ "Оріль-Лідер" є значно прибутковіший,

ніж передбачалось за проєктними розрахунками. Значний вплив на ЧТВ проєкту вартості біодобрив та значення відсотку дисконтування підтвердили результати як сенситивного аналізу проєкту, так і змодельованого його фінансово-економічного аналізу. Ці результати свідчать, що реалізація біометану є все-таки менш прибуткова, ніж електроенергії (з врахуванням подальшого зниження «зеленого» тарифу та зростання вартості природного газу), а першість за рівнем дохідності належить реалізації біодобрив, при цьому дохідність від реалізації електроенергії має відчутно менше значення, що в кінцевому підсумку залежить від конкретного варіанту проєкту. Якщо порівнювати ЧТВ реалізованого проєкту без врахування біодобрив та аналогічного, але з реалізацією біометану, то останній має дещо нижчі показники. При реальному валютному курсі такий проєкт показав незначне зменшення ЧТВ.

6. Варіант реалізації проєкту утилізації органіки з одержанням біогазу при використанні синьо-зелених водоростей дає за результатами фінансового аналізу незначне підвищення ЧТВ і дещо відчутніше її підвищення – за результатами економічного аналізу. Показники рентабельності, розраховані у ході здійснення як фінансового, так і економічного аналізу, мають вищі значення у варіанті з можливістю утилізації синьо-зелених водоростей. Він має і відчутно більший позитивний ефект у соціальній та екологічній сфері, оскільки дозволяє покращити якість життя населення відповідного регіону, адже сприяє усуненню причини органічного забруднення річки Дніпро. При цьому інвестор додатково отримує біогаз та біодобриво і відповідно збільшує свій сукупний дохід. А врахування ефекту від одержання при цьому біодобрив додатково підвищує економічну ефективність від реалізації проєкту. Тому оптимальним з еколого-економічної точки зору виглядає проєкт комплексної утилізації органічних відходів ПрАТ «Оріль-Лідер» у поєднанні з іншою органікою з прилеглої до підприємства території.

7. При наявності значних об'ємів сировини для БК у вигляді різномісної органіки, включаючи відходи від аграрної сфери економіки та поєднаних з нею сфер, має сенс створення ринку органічних відходів з визначеними відповідними

їх параметрами (від якого виду діяльності даний вид відходів, його вологість, дані лабораторного аналізу складу). В такому випадку великі БК зможуть купляти таку сировину на ринку за наявної кон'юнктури на конкурентних засадах та переробляти її в обсягах відповідно до потужності. Це б вирішило проблему ефективної еколого-економічної утилізації органічних відходів, при цьому стимулювало б нарощування виробництва об'ємів біогазу та біодобрив і розвиток імпортозаміщення в сфері енергетики та удобрення.

8. Державна підтримка розвитку переробки відходів аграрної сфери виробництва на біогаз з одержанням корисних супутніх продуктів повинна передбачати зменшення податкового навантаження щодо функціонування біогазової установки в перші 5 років, бо саме в цей період найбільше навантаження формується по бюджету інвестиційної та операційної діяльності. Ефективним видається залучення закордонних фондів для формування під керівництвом держави програми грантів та стартових кредитів з 0% для запуску біогазових установок. При цьому дані кошти повинні виділятися з так званою «групою підтримки», яка забезпечить прогалину в знаннях щодо проектування, запуску, оптимізації, а також співпрацюватиме з виробниками обладнання та науковцями. Впровадження мінімальних обов'язкових квот на споживання біогазу ефективно стимулює розвиток біопалива (як у вигляді автогазу, так і для господарсько-промислового споживання), заміщуючи частку природного газу біогазом та підвищуючи загальну частку ВДЕ. Також потрібно заохочувати використання біодобрив у агропромислових підприємствах і не тільки, водночас заміщуючи мінеральні добрива, які є менш ефективні технологічно і більш шкідливі екологічно та левову частку яких ми наразі імпортуємо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Національна доповідь України. Київ: КІМ, 2011. 395 с.
2. Авизов А. Х., Синяк Ю. В. Экономическая эффективность технологии конверсии биомассы в топливо и удобрения. Биотехнология кормопроизводства и переработки отходов. Рига. 1987. С. 197– 202.
3. Авраменко Н. І., Писаренко П. В., , Наукове обґрунтування та розробка заходів боротьби з евтрофікацією. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 1.* 2012. С.185-188.
4. Альтернативна Україна: авто на метані як приклад енергонезалежності країни. EconomistUA URL: <https://economistua.com/avto-na-metani-yak-priklad-energonezalezhnosti-krayini/> (дата звернення:10.05.2020).
5. Аналітика. Міскантус гігантський: гаряча пропозиція. URL : <http://propozitsiya.com/ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie> (дата звернення 17.04.2018).
6. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: підручник 2-ге вид., перероб. та доп. Київ: КНЕУ, 2002. 624 с.
7. Баадер Б., Доне Брендерфер М. Биогаз: Теория и практика / пер. с нем. Серебрянного М.И. Москва : Колос, 1982. 148 с.
8. Базилевич В.Д., Базилевич К.С. Ринкова економіка: основні поняття і категорії: навч. посіб. 2-ге вид. Київ: Знання-Прес, 2008. 263 с., с. 37.
9. Безвідходні технології при переробці відходів с/г продукції URL:http://agromage.com/stat_id.php?id=579 (дата звернення:14.09.2019).
- 10.Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов. Москва : 1997. 631 с.
- 11.Біогазові проекти в Україні 2020. Інфографіка. SAF. URL : <https://saf.org.ua/news/1042/> (дата звернення: 05.09.2020).

12. Біогазові установки для переробки органічних відходів. 2018
URL: <https://prom.ua/ua/p623100862-biogazovaya-ustanovka-vsesezonka.html>
(дата звернення: 21.12.2018).
13. Біодобрива. Фітоаміногумат. 2018 URL: <https://ua.all.biz/uk/fitoaminogumat-agroasystent-f-18-g16261084> (дата звернення: 21.12.2018).
14. Бойлс Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки. / пер. з англ.
Москва : Агропромиздат, 1987. 152 с.
15. Бондаренко Б. І., Жовтянський В. А. Проблема утилізації твердих побутових відходів та знешкодження небезпечних відходів в Україні. *Енерготехнологии и ресурсосбережение*. № 4. 2008. С. 63–69.
16. Боровой И.А., Колобродов В. Г., Кулько В. Б., Винокуров Э. И. Разработка технологии очистки биогаза от сероводорода с помощью жидкого поглотителя в скрубберной схеме. *Вибрані праці Першої міжнародної конференції „Енергія з біомаси”*. Київ: 2002.
17. Брокер сервіс. URL : <http://broker-service.com.ua/htmlPages/312/menuid/103>
(дата звернення: 05.09.2019).
18. Бугуцкий А.Л. Повышение эффективности труда в сельском хозяйстве.
Екатирибург: Урожай , 1990. 168 с., с. 51.
19. Веклич О. О. Сучасний стан та ефективність економічного механізму економічного регулювання. *Економіка України*. 2003. № 10. С. 62.
20. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2018 року / *Держстат*, 2018.
URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/sg/vmod/arch_vmodsg_u.htm (дата звернення: 12.07.2020).
21. Використання енергозберігаючих технологій в країнах ЄС: досвід для України. *Аналітична записка*, 2010. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/vikoristannya-energozberigayuchikh-tekhnologiy-v-krainakh-es> (дата звернення: 21.12.2018).

22. Використання мінеральних та органічних добрив в Україні / *Держстат*, 2019. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/sg/vmod/arch_vmodsg_u.htm (дата звернення: 10.08.2020).
23. Волохін В. В., Мелейчук С. С., Козій І. С. Виробництво біогазу з відходів тваринництва як елемент енергоресурсозбереження. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2014. С. 18–21.
24. Воркут Т.А. Проектний аналіз : навч. посіб. Київ : Український центр духовної культури, 2000. 440 с.
25. Галицейский Б. М., Рыжов Ю. А., Якуш Е. В. Тепловые и гидродинамические процессы в колеблющихся потоках. Москва: Машиностроение, 1977. 256 с.
26. Гальчинська Ю.М. Оцінка потенціалу біомаси побічної продукції сільськогосподарських культур в аграрному секторі економіки. *Економіка АПК*. 2019. №5. С.15-26.
27. Гейдт О. П. Еколого-економічні проблеми аграрного виробництва в регіоні та напрями їх вирішення. *Ефективна економіка: електрон. наук. фахове вид.* 2011. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=853> (дата звернення: 12.05.2020).
28. Гелетуха Г. Г., Копейкін К. О. Біогаз зі звалищ. Перспективи використання в Україні. *Зелена енергетика*. 2002. №1. С. 13–16. ISSN 1684-2294.
29. Гордієнко В. П. Визначення ефективності використання земель сільськогосподарського призначення за багатокритеріальним підходом. *Агросвіт*. 2009. № 21. С. 27-31.
30. Горохівський О.І. Розвиток біоенергетики на базі деревини в умовах енергетичної безпеки. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 7. С. 78-80.
31. Григор'єва В. В. Загальна хімія. Київ: Вища школа., 1991. 431 с.
32. Д'яконов, В. І., Д'яконов, О. В., Скрипник О. С. та Нікітченко О. Ю. Еколого-економічні питання утилізації опалого листя на територіях міста. Комунальне господарство міст: *Економічні науки* 129. 2016. с. 51–55. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kgm_econ_2016_129_13 (дата звернення: 21.12.2018).

33. Давиденко Е. В., Панцхава Е. С. Метангенерация твердых органических отходов городов. *Биотехнология*. 1990. № 4. С. 49 – 53.
34. Данилова І.В. Роль водоростей у біологічному забрудненні поверхневих вод та утворенні хлороформу в питній воді. *Житомирський національний агроекологічний університет*. № 4. 2016. С.217-220.
35. Данкевич Є.М. Агроекологічні умови одержання екологічно безпечної продукції за вирощування ріпаку. *Агроекологічний журнал № 1*. 2016. С. 44-50.
36. Денисенко С.М., Концептуальні основи еколого-економічної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Всеукраїнський науково-виробничий журнал Сталій розвиток економіки. Інститут агроекології і природокористування НААН*, 2013. С.210-215.
37. Департамент реалізації газу. Прейскурант на природний газ. URL:<https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/486E117B34CF13EEC2257VCE0041B995?OpenDocument> (дата звернення:15.10.2019).
38. Джеджула В. В., Демченко Л. Л. Альтернативні джерела енергозабезпечення фермерських господарств. Індивідуальний житловий будинок. *Книга за матеріалами третьої республіканської науково-технічної конференції, Вінниця*. 2001. С. 137–141.
39. Дзюбан А.Н. Сезонная динамика микробиологического цикла метана в воде прибрежных мелководий Рыбинского водохранилища. Т. 42, № 6, *Гидробиологический журнал : сб. науч. Тр.* 2006. С. 47-51.
40. Диксон Д., Скура Л., Карпентер Р., Шерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду / пер. с англ. А.Н. Сальникова, С.С. Шалыпиной. Научные редакторы перевода и авторы предисловия С.Н. Бобылев, Т.Г. Леонова, М.И. Сметанина . Москва : Витапресс, 2000. 270 с.
41. ДСТУ 4884:2007. Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2010. 34 с.

- 42.Дубініна М.В. Інституційні особливості розвитку біоенергетики. *Збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця, 2012. Т. 1. Вип. 2(64).* – (Серія «Економічні науки»). С. 31-36.
- 43.Дубровін В.О. та ін. Біопалива (технології, машини і обладнання). Київ : ЦТІ „Енергетика і електрифікація”, 2004. 137с.
- 44.Дутов О.І., Дутов В.П., Ландін В.П. та ін. Радіаційно-екологічні аспекти використання забруднених земель у віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС. *Агроекологічний журнал № 1.* 2015. С. 115–120.
- 45.Економічна енциклопедія: у 3 т. / відп. С. В. Мочерний та ін. Київ: Вид. центр «Академія», 2000. Т. 1. С. 864 .
- 46.Енергетична стратегія України на період до 2035 року, 2017. URL:<http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245239554> (дата звернення: 25.12.2019).
- 47.Ефраті, О., Теллер, Я. та Ланцер, Е. The HomeBiogas story.2018. URL:https://www.homebiogas.com/Our_Story (дата звернення: 26.12.2018).
- 48.Єлизаветівська сільська рада. URL: <https://rada.info/rada/04338090/> (дата звернення:5.05.2020).
- 49.Єрмоленко. В. Без сміття: хто у світі навчився жити без відходів.2017. URL: <https://hromadske.ua/posts/pererobka-smittyu-u-sviti> (дата звернення: 10.12.2018).
- 50.Загвойська Л.Д., Маселко Т.Є., Якуба М.М., Гурняк І.Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Економічний аналіз інвестиційних проектів» для студентів спеціальності 8.18010017 «Економіка довкілля і природних ресурсів» і 8.03050401 «Економіка підприємства» .Львів: НЛТУ України, 2015. 39 с.
- 51.Загвойська Л.Д., Маселко Т.Є., Якуба М.М. Економічний аналіз інвестиційних проектів: навч. посіб. Львів : Афіша, 2006. 320 с.
- 52.Загвойська Л.Д., Маселко Т.Є., Якуба М.М. Економічний аналіз інвестиційних проектів : навч. Посіб. Львів : Афіша, 2004. 321 с.

- 53.Звіт Європейської біогазової асоціації 2020.
URL: <https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2019-european-overview/> (дата звернення: 15.09.2020).
- 54.Звіт Європейської біогазової асоціації. 2020. URL:
<https://uabio.org/materials/7524/> (дата звернення: 15.09.2020).
- 55.Іван Тракслер: як зробити, щоб біогазовий комплекс був успішним і працював на проектну потужність. URL: <https://saf.org.ua/projects/425/> (дата звернення: 20.01.2020).
- 56.Іванов Є. А. Проблеми рекультивації і ревіталізації. URL:
[:https://www.researchgate.net/publication/321390028_Problemi_rekultivacii_i_revitalizacii_zemel_porusenih_girnicimi_robotami_The_problems_of_recultivation_and_revitalization_of_distroyed_by_mining_works_lands](https://www.researchgate.net/publication/321390028_Problemi_rekultivacii_i_revitalizacii_zemel_porusenih_girnicimi_robotami_The_problems_of_recultivation_and_revitalization_of_distroyed_by_mining_works_lands)> (дата звернення 15.04.2018).
- 57.Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка. 2007. 334 с.
- 58.Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та економічна безпека України. Київ: Хай-Тек Прес. 2010. 516 с.
- 59.Карнацевич Л. В., Хажмурадов М. А., Колобродов В. Г. та інші. Комплекс по переработке биогаза. *Вибрані праці Першої міжнародної конференції „Енергія з біомаси”*. Київ. 2002.
- 60.Кашпаров В.А., Йощенко В.И., Бондарь Ю.О., Танкач Э.С.Радиологическая обстановка в Украине после Чернобыльской аварии и оптимизация применения контрмер на современном этапе. Т. 2, № 1.2009. С.15-19.
- 61.Кілієвич О., Соколик С. Аналіз вигід і витрат: практ. посіб. Київ: Основи, 1999. 175 с.
- 62.Климко Г.Н., Несторенко В.П. Основи економічної теорії: політекономічний аспект. Київ: Вища школа, 1994. 560 с., с.106.
- 63.Климчук О.В. Нормативно-правове регулювання виробництва біопалива: Світовий досвід та проблемні аспекти в Україні. *Збірник наукових праць*

Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Випуск 3. 2015. С. 107-110.

64. Климчук О.В., Передумови становлення та розвитку біопаливного виробництва у світі та Україні. *Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції*. Вінниця. 2015. С. 18-22.
65. Колобанов С. К., Колобанова Е. С., Белый Л. М. Вода в природе и технике. Кондор, К. 2002. С. 97.
66. Комков В. А. Экологические и технические аспекты создания нетрадиционных источников энергии: монография, Москва. 1998. 176 с.
67. Костирко І.Г., Янковська К.С., Сиротюк Г.В., Сиротюк С.В., Савченко Є.В. Ефективність використання біомаси для енергозабезпечення сільськогосподарських підприємств. Монографія. Львів : «Магнолія» 2006». 2019. 198 с.
68. Кузнецова А. Чи прибуткове виробництво біогазу? *Агробізнес сьогодні*. № 21–22. 2010. С. 21-23.
69. Кузьмінчук Ю.С. Таксономічна структура фітопланктону водосховищ р. Тетерів. *Вісник Житомир., Вип., 2 (15), держ. агрокол. ун-ту., 2005. С. 282–287.*
70. Курбатова Т. О., Гирченко Є. В. Економічні перспективи розвитку сектору біогазу на основі використання органічних відходів сільського господарства. *Modern Economics*. 2019. № 14(2019). С. 121-129. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V14\(2019\)-20](https://doi.org/10.31521/modecon.V14(2019)-20)
71. Кутова. Ю. Проблеми утилізації відходів. 2012 URL: <https://sites.google.com/site/smittausrvititaukraieni/home> (дата звернення: 11.12.2018).
72. Кучерук П. Що таке дигестат? URL: <https://saf.org.ua/news/984/>. (дата звернення: 15.05.2020).
73. Кучерук П. Вартість збагачення біогазу до біометану. URL: <https://saf.org.ua/news/616/> (дата звернення: 19.05.2020).

74. Кучерук П. Економічні передумови виробництва та використання біометану при виробництві електричної/теплової енергії в Україні. URL: <https://saf.org.ua/news/636/> (дата звернення: 23.05.2020).
75. Кучерук П. Потенціал виробництва біометану в Україні. SAF. URL: <https://saf.org.ua/news/590/> (дата звернення: 25.05.2020).
76. Кучерук П., Матвеев Ю. SAF. Споживання органічних добрив в Україні. URL: <https://saf.org.ua/news/938/> (дата звернення: 24.05.2020).
77. Кучерук П., Матвеев Ю. Органічне добриво як ланка рециклінгу поживних речовин. URL: <https://saf.org.ua/news/902/> (дата звернення: 19.01.2020).
78. Лазар Т.І., Лапа О.М., Чехов А.В. та ін. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. Київ: Універсал Друк, 2006. 100 с.
79. Ландін В.П. Радіаційно-екологічні проблеми відновлення сільськогосподарського виробництва в українському поліссі. *Агроекологічний журнал № 1*. 2016. С. 88-93.
80. ЛМКП «Львівводоканал» таки здійснить реконструкцію каналізаційних очисних споруд за кошти ЄБРР. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/city/housing-and-utilities/279764-lmkp-lvivvodokanal-taky-zdiisnyt-rekonstruktsiiu-kanalizatsiinykh-ochysnykh-sporud-za-koshty-uebr> (дата звернення: 08.08.2020).
81. Мазурак, О. Т., Мазурак, А. В., Качмар, В. Н., Лисак, А. Г. Екологічні аспекти утилізації органічних відходів. *Науковий вісник НЛТУ України*, 27(4), 2017. с. 100–102. URL: <https://doi.org/10.15421/40270422> (дата звернення: 15.12.2018).
82. МакКинерни М., Брайант М. Основные принципы анаэробной ферментации с образованием метана. Биомасса как источник энергии. Изд-во "Мир", сб. науч. тр. Москва, 1985. С. 246-265.
83. Макконнел К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика / пер. с англ. 11-го изд. Київ: Хагар-Демос, 1993. 785 с., с. 27.
84. Мальований М.С., Никифоров В.В., Харламова О.В., Синельников О.Д. Оцінювання екологічної небезпеки в акваторіях Дніпровських водосховищ внаслідок неконтрольованого розвитку ціанобактерій. *Науковий вісник НЛТУ*

- України*, вип. 25.6. 2015. С. 159-164 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2015_25.6_28 (дата звернення: 15.10.2019).
85. Мальований М.С., Синельников О.Д., Харламова О.В., Мальований А.М., Оптимальні умови отримання енергії із ціанобактерій. № 5, *Хімічна промисловість України : наук.-виробн. журнал*. 2014. С. 39-43.
86. Матвеев Ю. Механізми підтримки виробництва та споживання біометану. URL: <https://saf.org.ua/news/655/> (дата звернення: 10.05.2020).
87. Матвеев Ю. Потенційні ринки споживання біометану в Україні. URL: <https://saf.org.ua/news/581/> (дата звернення: 3.04.2020).
88. Матвеев Ю. Прогноз виробництва біометану в Європі. URL: <https://saf.org.ua/news/559/> (дата звернення: 19.05.2020).
89. Методика экономических исследований в агропромышленном производстве / ред. В. Р. Боев. Москва : РАСХН, 1995. 228 с.
90. Методические рекомендации по определению эффективности сельскохозяйственного производства / разработ. Е. С. Оглоблин. Москва : РАСХН, 1996. 68 с.
91. Митюшкин Ю. И., Мокин Б. И., Ротштейн А. П. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. 145 с.
92. Митяй О.В. Проектний аналіз: навч. посіб. Київ : Знання, 2011. 311 с.
93. Мінфін. Вартість дизельного палива на АЗС України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/fuel/dt/> (дата звернення: 20.10.2018).
94. МІНФІН. Єдиний соціальний внесок (ЄСВ). URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/labour/social/> (дата звернення: 22.10.2018).
95. Мінфін. Курс валют в Україні. URL : <https://minfin.com.ua/ua/currency/2020-03-20/> (дата звернення: 28.10.2018).
96. Мітрясова О.П. Хімічні основи екології. ВТФ «Перун», Ірпінь К. 1999. 192 с.
97. МХП – EBRD .URL : <https://www.ebrd.com/documents/occo/ear-mhp-ukrainian.pdf> (дата звернення: 15.09.2019).

- 98.МХП. Біогаз. URL : <https://www.mhp.com.ua/uk/operations/biogas> (дата звернення:15.09.2019).
- 99.МХП. ПРАТ «ОРІЛЬ-ЛІДЕР». URL: <https://www.mhp.com.ua/uk/operations/chao-orelj-lider> (дата звернення: 20.09.2019).
100. Надточія П.П., Мисливої Т.М. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивація земель: навч. посібн. Житомир.2007. С-420.
101. Нафтогаз. Метан. URL : <http://ukravtogaz.com/category/more/page/4> (дата звернення: 20.10.2019).
102. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів України» / МінАПК України, 2010 URL: www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf (дата звернення: 15.05.2020).
103. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг URL : <http://www.nerc.gov.ua/index.php?Id=14326> (дата звернення: 20.10.2019).
104. Некрасов В. Г. Перспективы использования биогаза. *Техника в сельском хозяйстве*. 1988. № 4. С. 25.
105. Никифоров В.В. О методах подавления массового развития синезелёных водорослей: зб. наук. праць. *Вісник проблем біології та медицини* .2002. Вип. 4. С. 27-31.
106. Николаев В. М. Экологизация производства и инновационная деятельность. *Масла и жиры*. 2008. № 2. С. 3–6.
107. НКРЕ. Постанова від 28.12.2011 № 222 „Про встановлення величин „зелених” тарифів на електричну енергію на січень 2012 року” URL : <http://www3.nerc.gov.ua/index.php?id=2619> (дата звернення: 15.10.2019).
108. Норма амортизації. URL :http://consultant.parus.ua/_d.asp?r=03Y1P2f544bd25ad096b6a1bd9a13b97fe157 (дата звернення: 28.10.2018).

109. Органічні (біологічні) відходи – переробка. 2018. URL: <https://7promeniv.com.ua/vidkhody/vtorresursy/orhanika.html> (дата звернення: 21.12.2018).
110. Особливості боротьби з мухами у тваринництві, 2015. URL:<https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-borotbi-z-muhami-u-tvarinnictvi> (дата звернення: 21.12.2018).
111. Павличенко, А.В., Борисовська, О.О. та Паршуткін, М.А. Шляхи вирішення проблеми поводження з рослинними відходами у м. Дніпропетровськ. 2013. URL: <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/150157/197-202.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 4.12.2018).
112. Павліський В. М., Павліська О. В., Нагірний Ю. П. 2010. Техніко-економічне обґрунтування вибору технологій та сільськогосподарських культур для виробництва біопалива. *Науковий вісник НУБіП України*. № 146., 2010. С. 220–228.
113. Панас Р.М. Рекультивация земель : навч. посібн.,2-ге вид.,стер., Львів: Новий світ-2000. 2007. 224 с.
114. Панцхава Е. С., Кошкин Н. Л. Биоэнергетические установки по конверсии органических отходов в топливо и органические удобрения. *Теплоэнергетика*. 1993. № 4. С. 20–23.
115. Паризька кліматична угода - можливість для України бути у світовому тренді низьковуглецевого та сталого енергетичного розвитку, - Держенергоефективності URL : <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/249209857> (дата звернення: 3.04.2020).
116. Паризька Угода дає Україні шанс побудувати сучасну конкурентну економіку URL : <https://ecotown.com.ua/news/Paryzka-Uhoda-daye-Ukrayini-shans-pobuduvaty-suchasnu-konkurentnu-ekonomiku/> (дата звернення:3.04.2020).
117. Перегудов С. Банк отходов., *Агротехника и технологии*. 2009. №10. С.56-60.
118. Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні. Біоенергетична асоціація України, 2013. URL : <https://saf.org.ua/wp->

- content/uploads/2019/04/position-paper-uabio-4-ua.pdf (дата звернення: 25.08.2020).
119. Писаренко В.Н., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія. Полтава. Електронний підручник. 2008. URL : http://www.agromage.com/stat_id.php?id=543 (дата звернення 19.04.2018).
120. Попова М.М. Еколого-економічна ефективність як складова сукупної результативності агропромислового виробництва. *Вісник ЖНАЕУ*, 2014. № 1–2 (43), Т. 2. С.241-249.
121. Практичні аспекти ефективної роботи на базі досвіду ПрАТ «Оріль-Лідер» URL:https://saf.org.ua/wp-content/uploads/2019/04/МНП_Еко-Енерджы-seminar-УЕВRR-по-biogazovym-tehnologiyam.pdf (дата звернення: 20.01.2020).
122. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. Изд-во "Наук. думка", Київ. 1981. 278 с.
123. Прістера Б.С. Методичні рекомендації. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської аварії, у віддалений період. Київ: Атіка-Н. 2007. 196 с.
124. Про альтернативні види палива : Закон України від 14.01.2000 р. № 1391–14. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1391-14> (дата звернення:12.05.2019).
125. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 р. № 555–15. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 10.06.2019).
126. Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії: Закон України від 4 чер. 2015 р. № 514-VIII. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/514-19> (дата звернення: 20.12.2019).
127. Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива : Закон України від 01.01.2014 р. № 1391–17. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-17>. (дата звернення: 20.12.2019).

128. Про заходи щодо розвитку виробництва палива з біологічної сировини: Указ Президента України від 26.09.2003 р. № 1094/2003 URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1094/2003>. (дата звернення: 20.05.2019).
129. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 р. № 2059–8. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення: 20.12.2019).
130. Проект Наказу Мінагрополітики від 09 липня 2019 «Про затвердження Переліку речовин(інгредієнтів, компонентів), що дозволяється використовувати у процесі органічного виробництва та які дозволені до використання у гранично допустимих кількостях» URL: <https://agro.me.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-pereliku-rechovin-ingrediyentiv-komponentiv-shcho-dozvolyayetsya-vikoristovuvati-u-procesi-organichnogo-virobnictva-ta-yaki-dozvoleni-do-vikoristannya-u-granichno-dopustimi> (дата звернення: 25.12.2019).
131. Проект Національної стратегії поводження з відходами для подальшого громадського обговорення URL: <https://menr.gov.ua/content/tehnichna-redakciya-proektu-nacionalnoi-strategii-povodzhennya-z-vidhodami-dlya-podalshogo-gromadskogo-obgovorennya.html> (дата звернення: 26.12.2019).
132. Проект Стратегії низьковуглецевого розвитку України, 2017. URL: <https://mepr.gov.ua/files/docs/Проект%20Стратегії%20низьковуглецевого%20розвитку%20України%20.pdf> (дата звернення: 21.12.2019).
133. Промисловість Львівської області. *Аналітична доповідь Львів 2019*. URL: <http://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/publ/2019/DP0320190201.pdf> (дата звернення: 08.08.2020).
134. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. *Енергозбереження в системах виробництва біогазу /тези доповідей Міжнародної конференції «І всеукраїнський з'їзд екологів», 2006. С. 229.*
135. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Інтенсифікація теплообміну та термостабілізація біореакторів. *Вісник ВПІ*. 2006. № 2. С. 26–31. – ISSN 1997–9266.

136. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. 2008. с. 17.
137. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Інтенсифікація виробництва та підготовка біогазу до використання в теплотехнічному обладнанні. *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*. 2005 № 8. С. 52 – 60.
138. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Підвищення продуктивності біогазового реактора управління параметрами вільноконвективних процесів теплообміну. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2006. №2. С. 29–32.
139. Ратушняк Г.С, Джеджула В.В., Анохіна К.В. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання URL: https://web.posibnyku.vntu.edu.ua/fbteg/ratushnyak_energozber/12.html (дата звернення: 15.10.2019).
140. Роїк М.В., Курило В.Л., Ганженко О.М., Гументик М.Я. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 5–10.
141. Романчук С.В. Сутність еколого-економічної ефективності переробки відходів: економічний аспект URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/20_2014/20.pdf (дата звернення: 22.09.2020).
142. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии индентификации. Нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 1999. 320 с.
143. Рябов Г. А. Использование биомассы и отходов производства для решения проблем энергосбережения. *Электрические станции*. № 7. 2005. С.33-38.
144. Сербін В. А. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії в системах ТГВ: навч. Посіб., Макіївка : ДонДАБА, 2003. 153 с.
145. Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України. Львів: Простір М. 2013. С 684.
146. Сиротюк К. *Біомаса як джерело енергії. Творчий пошук молоді – курс на ефективність: тези доп. VI Міжнар. наук.-теорет. конф. молодихучених,*

- аспірантів, студентів (м. Хмельницький, 25 лют. 2015 р.)*. Хмельницький, 2015. С. 172-173.
147. Сиротюк К. С. Використання біомаси рослинництва для енергетичних потреб. *Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовт. 2015 р.)*. Дніпропетровськ: РВВ ДДАЕУ, 2015. С. 335-337.
148. Сінченко В.М., Гументик М.Я., Баликіна В.В. Стан та розвиток біоенергетики в умовах чинного законодавства України та ЄС. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. –Київ, 2013. Вип. 19. С. 239–245.
149. Скидан О.В. Шляхи реабілітації радіоактивно забруднених територій за вирощування енергетичних фітокультур. *Агроекологічний журнал № 1*. 2016. С. 136-139.
150. Скляр, О. Г., Скляр, Р. В. Властивості біодобрих, що отримуються після анаеробної ферментації гною. 2013. URL:<http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/3737> (дата звернення: 21.12.2018).
151. Соловей О.І., Харитоненкова Ю.М. Сталий розвиток енергетики. Інститут Енергозбереження та Енергоменеджменту. *Науковий збірник Енергетика. Екологія. Людина. НТУУ КПІ Україна*, м.Київ. С. 117-124.
152. Соуфер С., Заборски О. Биомасса как источник энергии / пер. з англ. Москва : Мир, 1985. 368 с.
153. Статистика митниці URL: <https://customs.gov.ua/statistika-mitnitsi> (дата звернення: 12.05.2020).
154. Степанов Д. В., Боднар Л. А. Теплообмінні пристрої в системі біоконверсії. *Вісник ВПІ*. 2005. № 1. С. 55–57.
155. Тараріко Ю.О. Перспективи розвитку біоенергетики в АПК. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 4. С. 9–13.

156. Таргоня В. С., Ясинецкий В. А. Оборудование для получения биогаза из навоза. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 1990. № 44. С. 23–24.
157. Тарифи та ціни. Нафтогаз. URL: <http://utg.ua/utg/business-info/price-tariffs.html>. (дата звернення: 15.11.2019).
158. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Резидент Н. В. Методичні основи моделювання системи термостабілізації реактора біогазової установки. *Праці за матер. IV всеукр. наук–техн. конф. «Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві»*. Вінниця. 2004. С. 70–79.
159. Третьяков А.С. Потенциал использования отходов агропромышленного комплекса, как нетрадиционного вида топлива: пространственный аспект /*Вісн. Харк. нац. ун-ту*. 003. № 584'03. С. 79–82.
160. Туниця Ю. Ю. Екоеконіміка і ринок: подолання суперечностей. Нац. лісотехн. ун-т України. Київ: Знання, 2006. 314 с.
161. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: Угода від 30.11.2015 р. № 1391– URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення: 10.08.2019).
162. Уминський С.М., Чучуй В.П., Інютін С.В. Альтернативні біопалива для енергетики АПК: навч. посіб. для студентів ВНЗ/Одес. держ. аграр. ун-т. Одеса : ТЕС, 2016. 229 с. URL: https://pidruchniki.com/73006/ekologiya/tehnologiyi_produkuvannya_biogazu (дата звернення: 12.05.2019)
163. Федуняк І. Й. Ефективність виробництва біогазу в Україні, канд. ек. наук., ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», 2014. 5 с.
164. Франчук, Г. М., Запорожець О.І., Архіпова Г.І. Урбоекологія і техноекоекологія : підручник. Київ. : Вид. Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. 496 с.
165. Фурдичко О.І. Радіоекологічна безпека аграрних і лісових екосистем у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Агроекоекологічний журнал № 1*. 2016. С. 6–13.

166. Фурдичко О.І. Агроекологія: монографія. Київ: Аграрна наука, 400 с.
167. Фурдичко О.І., Кучма М.Д., Паньковська Г.П. Пріоритетні напрями наукового забезпечення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях. *Агроекологічний журнал*. № 1. 2011. С. 21–26.
168. Харламова О.В., Експериментальне дослідження способів підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів гідросфери., Київського національного університету будівництва і архітектури., *Екологічна безпека та природокористування*, № 3–4, 2016. URL :<https://itgip.org/wp-content/uploads/2018/08/екол-зб-№22.pdf> (дата звернення: 17.05.2019).
169. Хржановский В. Г., Пономаренко С. Ф. Практикум по курсу общей ботаники. Москва: Агропромиздат. 1989. С. 190.
170. Хромушина Л. А. Екологізація сільського господарства як основа еколого-економічної безпеки. *Вісник СНАУ. Серія «Фінанси та кредит»*. 2008. № 1. С. 278-283.
171. Царенко О. М. Економічний механізм управління агропромисловим виробництвом з урахуванням екологічного фактора. *Економіка АПК*. 1998. № 10. С. 53-58.
172. Черевко Г., Колодій А., Шугало В. Еколога - економічна ефективність переробки побутових і промислових відходів на біогаз. *Економіка природокористування: наук. журн. «Аграрна економіка» ЛНАУ*. 2019. Т.12, №1-2. С. 98-107.
173. Черевко Г., Шугало В. Виробництво біопалива як чинник підвищення еколога-економічної ефективності відновлення і використання пошкоджених територій. *Економіка природокористування: наук. журн. «Аграрна економіка» ЛНАУ*. 2018. Т.11, №1-2. С. 131-140.
174. Черевко Г., Шугало В. Сфери та переваги застосування біогазу у вирішенні енергетичних проблем. *Економіка природокористування: наук. журн. «Аграрна економіка» ЛНАУ*. 2017. Т.10, №3-4. С. 127-132.
175. Чоботько Г.М., Райчук Л.А., Пісковий Ю.М., Ясковець І.І. Формування дози внутрішнього опромінення населення Українського Полісся внаслідок

- споживання харчових продуктів лісового походження. *Агроекологічний журнал №1*. 2011.С. 37–42.
176. Шкуратов О. І. Організаційно-правовий механізм забезпечення еколого-економічної безпеки аграрного виробництва: *агроекологічний журнал*, 2012. № 1. С. 10-14.
177. Шугало В. Енергетична ефективність утилізації органічних відходів. «Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики»: матеріали ІХ Міжнародна науково-практична конференція (11-12 вересня 2020 р.). Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2020. С. 95-96.
178. Щукін Б.М. Аналіз інвестиційних проектів: конспект лекцій. Київ: МАУП, 2002. 128 с.
179. Экономические показатели деятельности сельскохозяйственных предприятий: справочник. / С. И. Кованов, В. И. Свободин. 2-е изд., перераб. и дополн. Москва : Агропромиздат, 1991. 216 с.
180. Эрроу К. Переход к рыночной экономике: темпы и возможности [Лекция, прочитанная 5 октября 1993 г. в Китайском университете Гонконга]. Проблемы теории и практики управления. 1995. № 5. С. 8-13.
181. Як в Україні можна заробити на переробці харчових відходів. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/ak-v-ukraini-mozna-zarobiti-na-pererobci-harcovih-vidhodiv> (дата звернення: 08.08.2020).
182. Яковлева Н. Поправка до закону: З 2018 Україна буде сортувати все сміття. 2017. URL: <http://ecotown.com.ua/news/Popravka-do-zakonu-Z-2018-roku-Ukrayina-bude-sortuvaty-vse-smittyu/> (дата звернення: 21.12.2018).
183. Якубів В. М., Максимів Ю.В., Григорук І.І. Класифікація інструментів державної стимуляційної політики розвитку ринку біопалива. *Регіональна економіка*. 2018. № 4. С. 122-130.
184. Яців І. Б., Ступень М. Г., Пилипів Н. І., Шеленко Д. І. Стратегічні орієнтири розвитку біоенергетичного потенціалу сільськогосподарських підприємств під час переходу до циркулярної економіки. *Регіональна економіка*. 2019. №4(94). С. 144-151.

185. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H. Biogas handbook – Esbjerg, Denmark: Published by University of Southern Denmark Esbjerg. 2008. 125 p.
186. Al Seadi, T., Holm-Nielsen, J. B., Oleskowicz-Popiel P. Biogas upgrading and utilization: Energy from biological conversion of organics waste. N. Y. : IEA Bioenergy, Task. 2007. 24 p.
187. Bernhard Drogg et al. Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing / IEA Bioenergy, 2015. 40 p.
188. Biogas Project MHP. URL : <https://www.slideshare.net/uaenergy/biogas-project-mhp> (дата звернення: 5.10.2019).
189. Carlos A. Grande. Biogas Upgrading by Pressure Swing Adsorption, Biofuel's Engineering Process Technology, 2011. ISBN: 978-953-307-480-1, InTech. URL: <http://www.intechopen.com/books/biofuel-s-engineering-process-technology/biogas-upgrading-by-pressure-swing-adsorption> (last accessed: 10.05.2017).
190. Cherevko G., Shuhalo V. Biogas production as an effective method of reducing the eutrophication of reservoirs. *The scientific heritage: an international quarterly journal*. Budapest, Hungary. 2020. No 45, P5. P. 53-59.
191. Digestate as fertilizer. German Biogas Association. Deutsche Gesellschaft für Interna. URL: https://issuu.com/fachverband.biogas/docs/digestate_as_fertilizer (last accessed: 10.07.2020).
192. Dixon J., Scura L., Carpenter R., Sherman P. Economic Analysis of Environmental Impacts, Earthscan, 1994. 210 p.
193. EC. Guide to Cost-benefit Analysis of investment projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2014. 347 p.
194. Energy Roadmap 2050. COM(2011) 885 final, 15.12.2011. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf (last accessed: 15.01.2020).
195. European Network of Transmission System Operators for Gas: Ten-Year Network Development Plan 2017 URL:

- https://www.entsog.eu/sites/default/files/entsog-migration/publications/TYNDP/2017/entsog_tyndp_2017_main_170428_web_xs.pdf (last accessed : 15.05.2019).
196. Fand R. U., Kaye J. Acoustic streaming near a heated cylinder. The journal of the acoustical society of America. 1966. Vol. 32, №5. P. 579– 584.
197. Grady B. The real social cost of carbon: \$220 per ton, report finds / GreenBiz. – 2015, Jan 15. URL: <https://www.greenbiz.com/article/real-social-cost-carbon-220-ton-report-finds> (last accessed: 12.09.2019).
198. GreenGasGrids project – for more biomethane in Europe's gas network. URL: <https://www.dena.de/en/topics-projects/projects/renewable-energies/greengasgrids-green-gas-for-europe/> (last accessed:20.01.20).
199. Gregersen H., Contreras A. Economic Assessment of Forestry Project Impacts. FAO forestry paper 106. Rome : FAO, 1992. 133 p.
200. Grossman, G.M. Krueger, A.B. Economic growth and the environment, Q. J. Econ., 1995. vol. 110, No. 2, P. 353—377.
201. Hanley N., Spash C. Cost-benefit Analysis and the Environment. Cheltenham : Elgar, 1998. 276 p.
202. Hashimoto A. G. Methane from cattle waste. Biotechnologie & Bioengineering. 1982. Vol. 24, № 9. P. 2039 –2052.
203. Hayman, D.N. Эппой Sovremennaya mikroekonomika: analiz i prilozheniya [Modern microeconomics: analysis and applications], Finansyi i statistika, Moscow, Russia., 1992. p.112.
204. Layard R., Glaister S. Cost-benefit Analysis. Cambridge : Cambridge Univesity Press, 1996. 497 p.
205. Makkonnel, K.R. Bryu, S.L., Ekonomiks: printsipyi, problemyi i politika [Economics: principles, problems and policies], 11th ed, Hagar-Demos, Kyiv, Ukraine, 1993. p. 39.
206. Melnyk, L.G. Ekonomika pidpryyemstva [Business Economics], Universytetska knyga, Sumy, Ukraine, 2004. P. 249.

207. МНП SE Фінансові результати за IV квартал та 12 місяців. URL : <https://www.mhp.com.ua/library/file/press-release-12m-2018-ukr-fin.pdf> (дата звернення: 16.05.2020).
208. Pearce D., Atkinson G., Mourato S. OECD. Cost-benefit Analysis and the Environment: recent developments. Paris: OECD, 2006. 315 p.
209. Prom. Органічні добрива. Гумат калію. URL : <https://prom.ua/ua/p416236218-gumat-kaliyu-1000l.html> (дата звернення: 10.11.2019).
210. Prom. Універсальне органічне добриво URL : <https://prom.ua/ua/p348702033-universalne-organichne-dobrivno.html> (дата звернення: 10.11.2019).
211. RST. Вантажні автомобілі. URL: http://rst.ua/oldcars/kamaz/65115/kamaz_65115_4163991.html (дата звернення: 15.11.2019).
212. Samuelson, P. *Ekonomika [Economics]*, Svit, Lviv, Ukraine, 1993. P. 329.
213. The Official Information Portal on Anaerobic Digestion. URL: <http://www.biogas-info.co.uk/about/feedstocks/> (last accessed: 10.05.2017).
214. Torben Ravn Pedersen. Digestate as fertilizer – recycling of nutrients. The environmental impact and the value as a fertilizer / Nordic Biogas Conference, 2016.
215. UNDP. Environmental Economics Tool Kit. Analyzing the Economic Costs of Land Degradation and the Benefits of Sustainable Land Management / L. Hein. – UNDP, 2006. 76 p.
216. UNEP. Cost-benefit analysis in the context of ecosystem services for human well-being: A Multidisciplinary Critique. Ecosystem Services Economics (ESE). Working Paper Series. Paper. 2011. 28 p.
217. Ursula, A.D. Problema effektivnosti v sovremennoy nauke [The problem of efficiency in modern science], Shtiintsa, Kishinev, Moldova, 1985. p. 112.
218. Was A., Sulewski P., Krupin V., Popadynets N., Malak-Rawlikowska A., Szymanska M., Skorokhod I., Wysokiński M. The Potential of Agricultural Biogas Production in Ukraine - Impact on GHG Emissions and Energy Production. *Energies*. 2020, 13, 5755, pp. 1-20.

219. Water and Agriculture sustainability, markets and policies organisation for economic cooperation and development. URL :https://books.google.com.ua/books?id=4aIj88jvbTYC&pg=PA172&lpg=PA172&q=cost+effectiveness+analysis+and+reverse+auctions&source=bl&ots=_8iOgZxiRa&sig=j1MeiyYNdbwTEjoaXMz3uO9Anro&hl=uk&sa=X&ei=d8Q2VYvtC4TjyWO DpYC4CA&ved=0CBsQ6AEwADgU#v=onepage&q=cost%20effectiveness%20analysis%20and%20reverse%20auctions&f=false (дата звернення:20.11.2019).
220. Yakubiv V., Boryshkevych I., Yakubiv R. Balanced system of economic performances as a strategy forming tool of development of agricultural enterprises in Ukraine. *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19, Issue 3. Pp. 669-680.
221. Yakubiv V., Maksymiv Y., Hryhoruk I., Popadynets N., Piatnychuk I. Development of Renewable Energy Sources in the Context of Energy Management. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2019. Vol. 6, No. 3-4. P. 77-87.
222. Yakubiv V., Boryshkevych I., Piatnychuk I., Iwaszczuk N., Iwaszczuk A. Strategy for the development of bioenergy based on agriculture: Case for Ukraine. *International Journal of Renewable Energy Research*. 2020. 10(3). Pp. 1093–1102.

Додатки

Додаток А

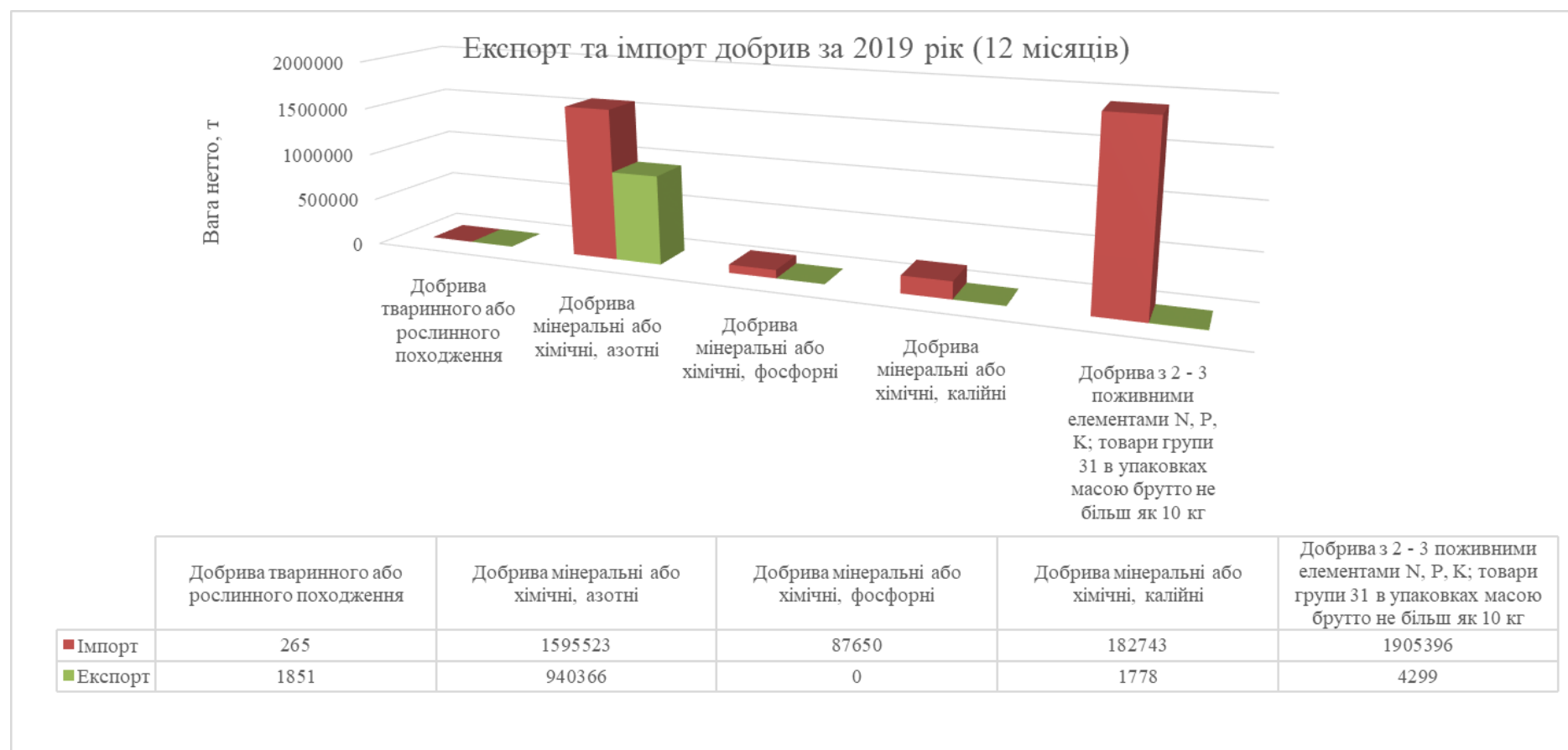


Рис.А.1. Експорт та імпорт добрив за 2019 рік (12 місяців) у ваговому еквіваленті

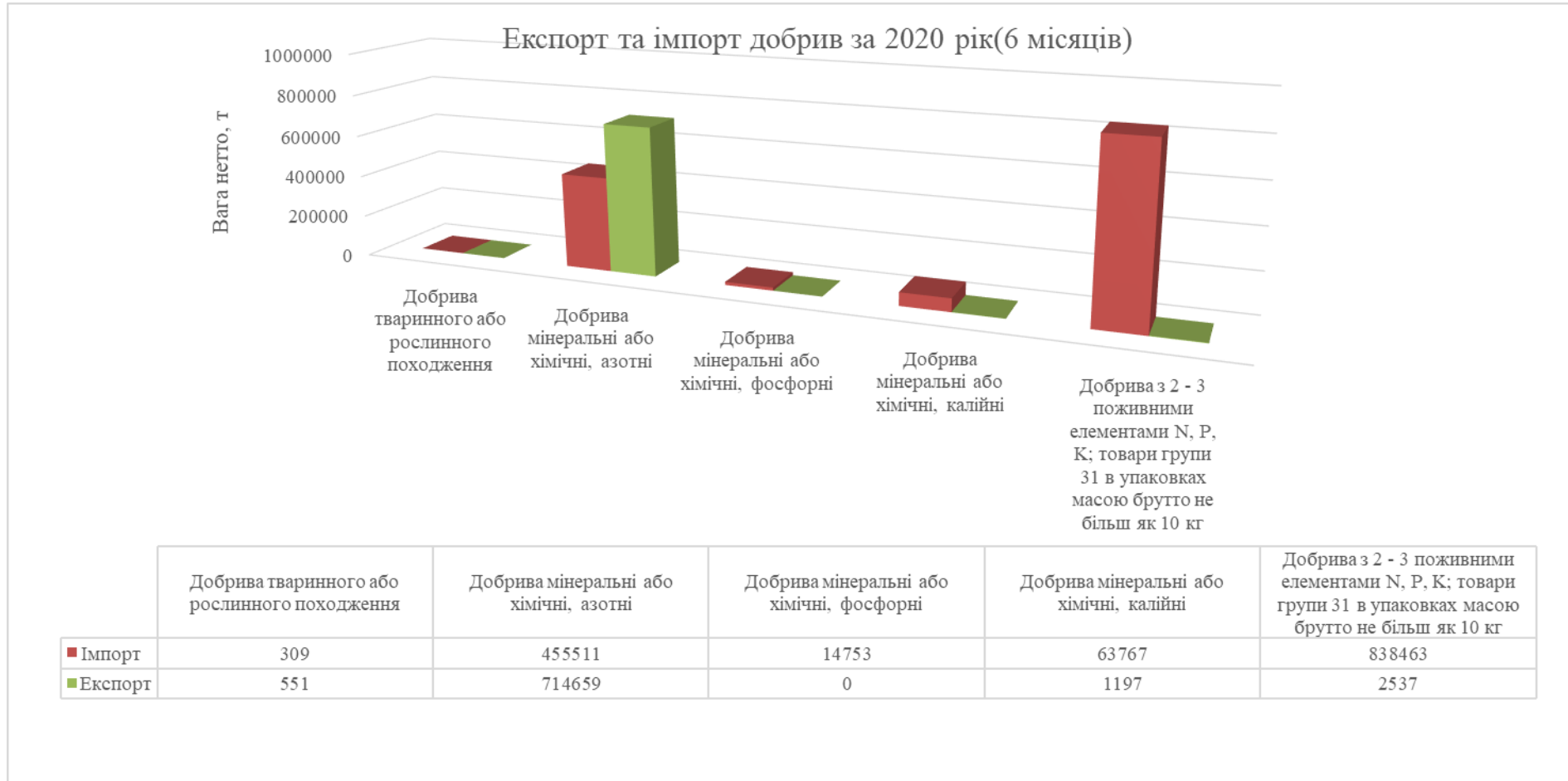


Рис.А.2. Експорт та імпорт добрив за 2020 рік (6 місяців) у ваговому еквіваленті

Додаток Б

Таблиця Б.1

Чутливість ЧТВ фінансового аналізу до зміни вартості витрат на обслуговування БГУ

Відхилення витрат на обслуговування (фін. Аналіз), %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення інвестиційних витрат, тис.грн.	16299,6	18337,05	19355,775	20170,755	20374,5	20578,245	21393,225	22411,95	24449,4
1 178 918,23€	1182259,644	1180588,935	1179753,581	1179085,297	1178918,226	1178751,156	1178082,872	1177247,517	1175576,808
Відхилення ЧТВ, %	0,3%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,1%	-0,3%

Таблиця Б.2

Чутливість ЧТВ фінансового аналізу до зміни відсотка дисконтування

Відхилення відсотка дисконтування, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення відсотка дисконтування, %	6,00%	6,75%	7,13%	7,43%	7,50%	7,58%	7,88%	8,25%	9,00%
1 178 918,23 грн.	1359520,746	1264348,476	1220495,709	1187058,847	1178918,226	1170862,76	1139470,43	1102017,3	1032602,877
Відхилення ЧТВ, %	15%	7%	4%	1%	0%	-1%	-3%	-7%	-12%

Таблиця Б.3

Чутливість ЧТВ фінансового аналізу до зміни інвестиційних витрат

Відхилення інвестиційних витрат, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення інвестиційних витрат, тис.грн.	95880	107865	113857,5	118651,5	119850	121048,5	125842,5	131835	143820
1 178 918,23 грн.	1233712,639	1206315,433	1192616,83	1181657,947	1178918,226	1176178,506	1165219,623	1151521,02	1124123,814
Відхилення ЧТВ, %	5%	2%	1%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-5%

Таблиця Б.4

Чутливість ЧТВ фінансового аналізу до зміни цін на енергоносії

Відхилення доходу від продажу електроенергії, тис.грн.	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення «зеленого» тарифу, %	0,001072	0,001206	0,001273	0,0013266	0,00134	0,0013534	0,001407	0,001474	0,001608
1 178 918,23 грн.	1 085 401,06	1 132 159,64	1155538,93	1 174 242,37	1 178 918,23	1 183 594,08	1 202 297,52	1225676,81	1272435,393
Відхилення ЧТВ, %	-8%	-4%	-2%	0%	0%	0%	2%	4%	8%

Таблиця Б.5

Чутливість ЧТВ фінансового аналізу до зміни цін на рідкі біодобрива

Відхилення доходу від продажу рідких біодобрив, тис. грн	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення ціни рідкого біодобрива, %	0,64	0,72	0,76	0,792	0,8	0,808	0,84	0,88	0,96
1 178 918,23 грн.	990 825,51	1 084 871,87	1 131 895,05	1 169 513,59	1 178 918,23	1 188 322,86	1 225 941,41	1 272 964,58	1 367 010,942
Відхилення ЧТВ, %	-16%	-8%	-4%	-1%	0%	1%	4%	8%	16%

Таблиця Б.6

Чутливість ЧТВ економічного аналізу до зміни вартості депонування вуглецю

Відхилення доходу від продажу квот на парникові гази, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення доходу від продажу квот, тис. грн	0,0427592	0,0481041	0,05077655	0,05291451	0,053449	0,05398349	0,05612145	0,0587939	0,0641388
2 168 156,53€	2148404,96	2158280,746	2163218,639	2167168,954	2168156,532	2169144,111	2173094,426	2178032,319	2187908,105
Відхилення ЧТВ, %	-0,9%	-0,5%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,5%	0,9%

Таблиця Б.7

Чутливість ЧТВ економічного аналізу до зміни відсотка дисконтування

Відхилення відсотка дисконтування, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення відсотка дисконтування, %	5,20%	5,85%	6,18%	6,44%	6,50%	6,57%	6,83%	7,15%	7,80%
2 168 156,53 грн.	2449844,969	2302185,585	2233567,015	2180990,957	2168156,532	2155443,06	2105770,809	2046238,352	1935101,509
Відхилення ЧТВ, %	13%	6%	3%	1%	0%	-1%	-3%	-6%	-11%

Таблиця Б.8

Чутливість ЧТВ економічного аналізу до зміни інвестиційних витрат

Відхилення інвестиційних витрат, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення інвестиційних витрат, тис. грн	95880	107865	113857,5	118651,5	119 850,00€	121048,5	125842,5	131835	143820
2 168 156,53 грн.	2192126,532	2180141,532	2174149,032	2169355,032	2168156,532	2166958,032	2162164,032	2156171,532	2144186,532
Відхилення ЧТВ, %	1,1%	0,6%	0,3%	0,1%	0,0%	-0,1%	-0,3%	-0,6%	-1,1%

Таблиця Б.9

Чутливість ЧТВ економічного аналізу до зміни цін на енергоносії

Відхилення доходу від продажу електроенергії, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення «зеленого» тарифу, тис. грн	0,001072	0,001206	0,001273	0,0013266	0,00134	0,0013534	0,001407	0,001474	0,001608
2 168 156,53 грн.	2034392,783	2101274,658	2134715,595	2161468,345	2168156,532	2174844,72	2201597,47	2235038,407	2301920,281
Відхилення ЧТВ, %	-6,2%	-3,1%	-1,5%	-0,3%	0,0%	0,3%	1,5%	3,1%	6,2%

Таблиця А.10

Чутливість ЧТВ економічного аналізу до зміни вартості витрат на обслуговування БГУ

Відхилення витрат на обслуговування, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення витрат на обслуговування, тис. грн	16299,6	18337,05	19355,775	20170,755	20374,5	20578,245	21393,225	22411,95	24449,4
2 168 156,53€	2172231,432	2170193,982	2169175,257	2168360,277	2168156,532	2167952,787	2167137,807	2166119,082	2164081,632
Відхилення ЧТВ, %	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,2%

Таблиця Б.11

Чутливість ЧТВ економічного аналізу до зміни вартості на рідкі біодобрива

Відхилення доходу від продажу рідких біодобрив, %	-20,00%	-10,00%	-5,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	5,00%	10,00%	20,00%
Базове значення ціни на рідкі біодобрива, тис. грн	0,64	0,72	0,76	0,792	0,8	0,808	0,84	0,88	0,96
2 168 156,53 грн.	1918597,299	2043376,916	2105766,724	2155678,571	2168156,532	2180634,494	2230546,341	2292936,149	2417715,765
Відхилення ЧТВ, %	-12%	-6%	-3%	-1%	0%	1%	3%	6%	12%

Додаток В

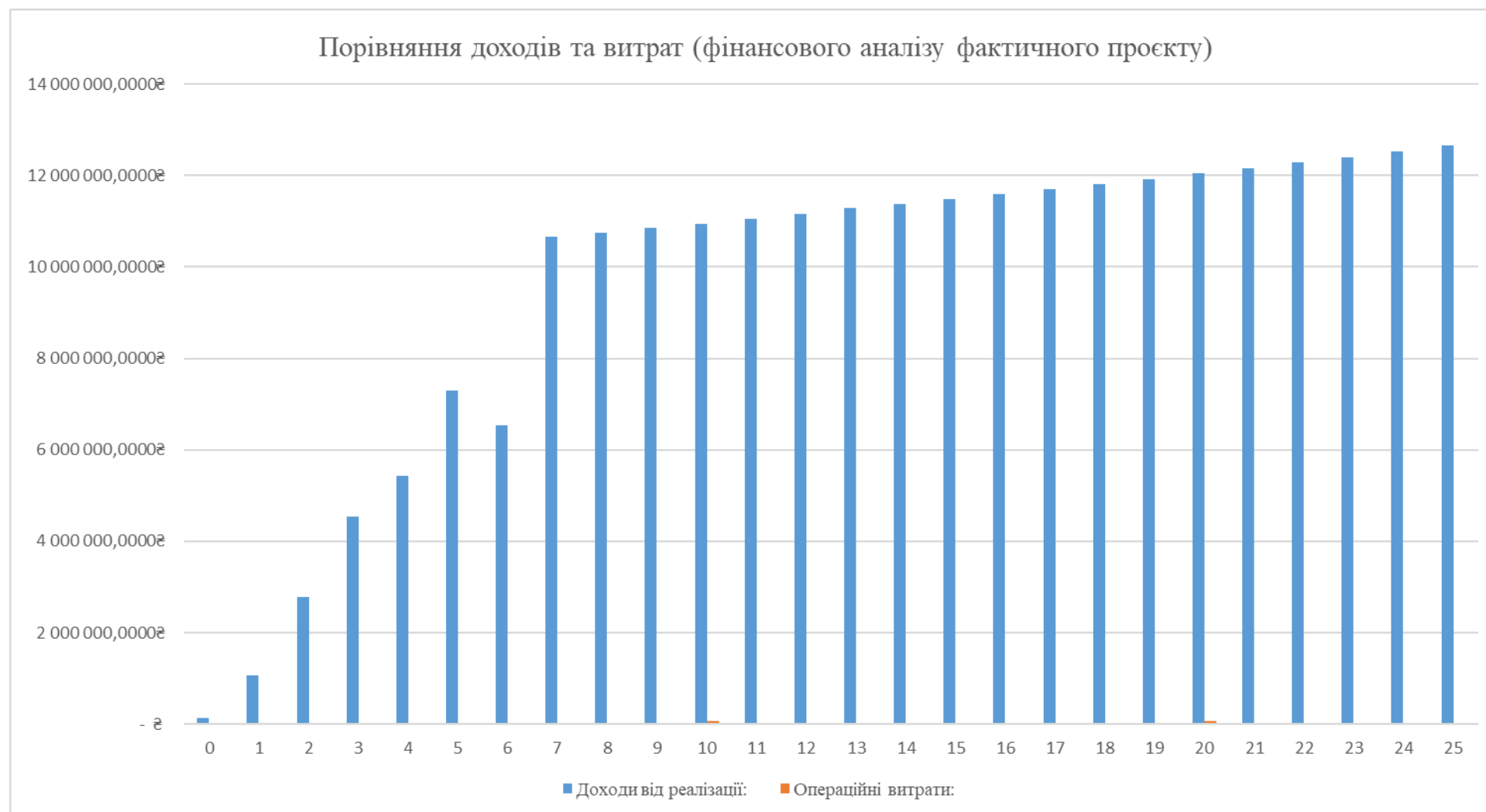


Рис В.1. Порівняння доходів та витрат (фінансового аналізу фактичного проєкту)



Рис В.2. Порівняння доходів та витрат(економічного аналізу фактичного проєкту)

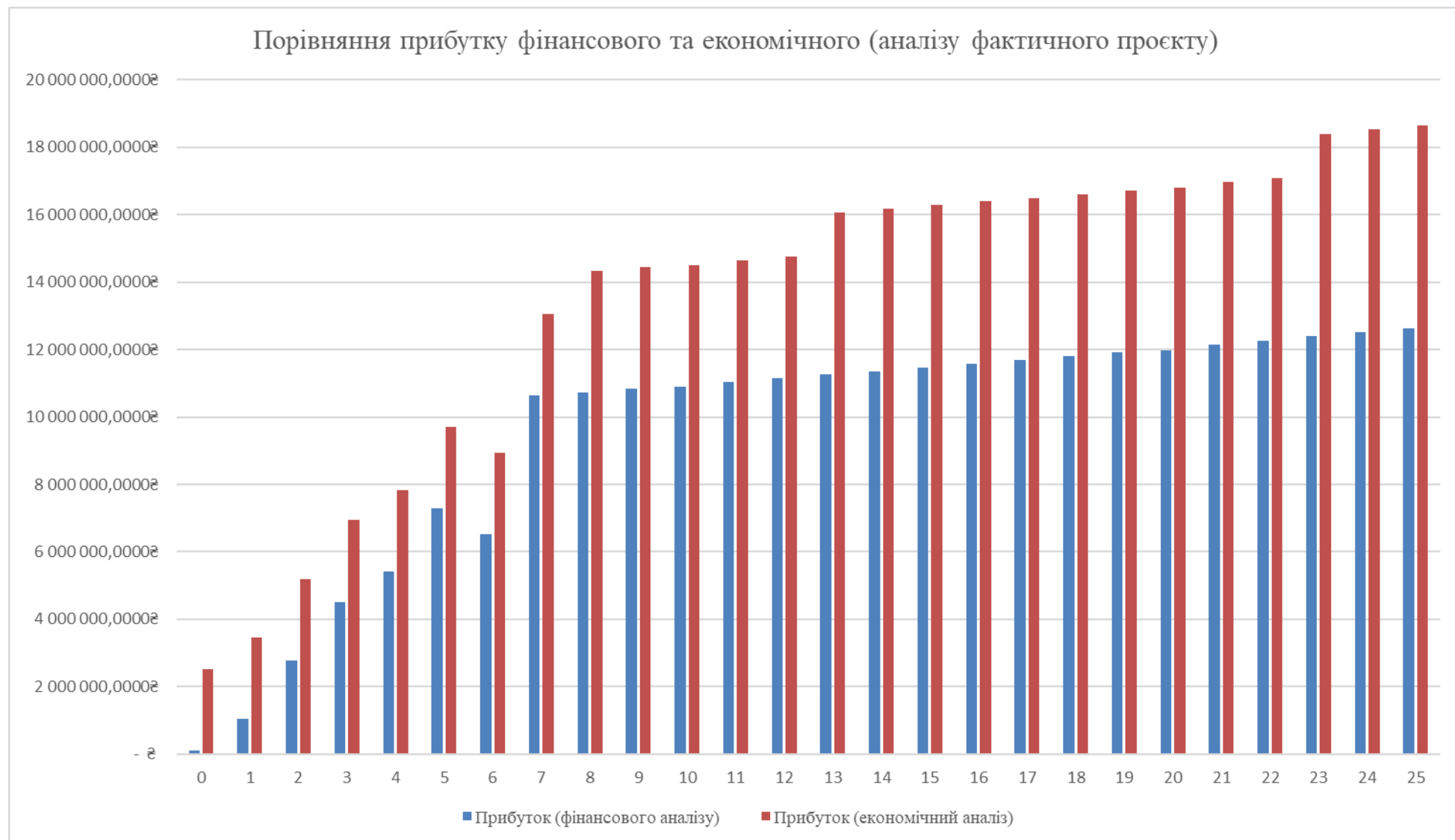


Рис В.3. Порівняння прибутку фінансового та економічного (аналізу фактичного проєкту)

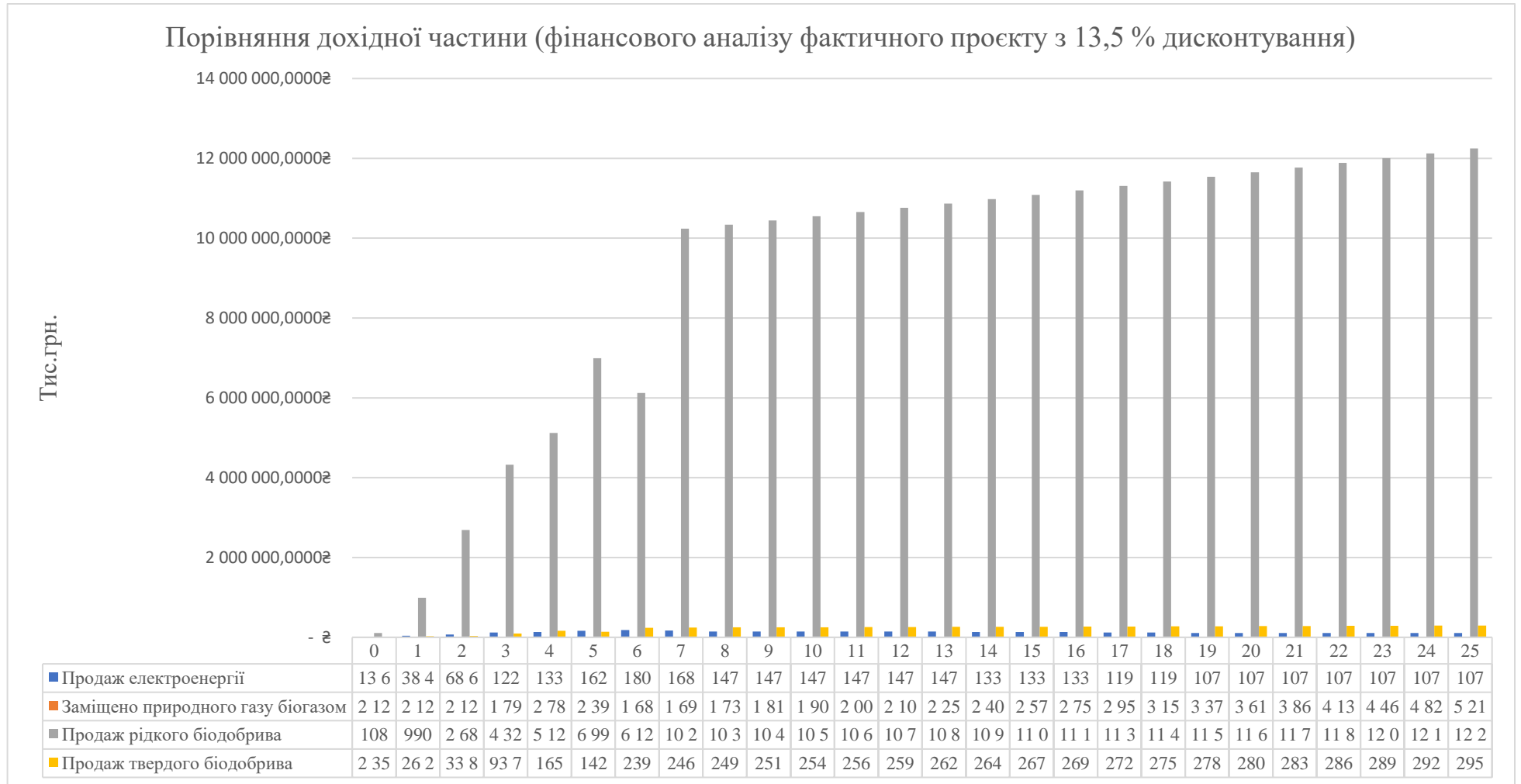


Рис.В.4. Порівняння дохідної частини (фінансового аналізу фактичного проєкту з 13,5 % дисконтування)



Рис.В.5. Порівняння дохідної частини (економічний аналіз фактичного проєкту з 12,5 % дисконтування)



Рис.В.6. Дисконтоване сальдо операційної та інвестиційної діяльності фінансового аналізу (фактичного проєкту 7,5% та проєкту із реальним відсотком дисконтування 13,5%)

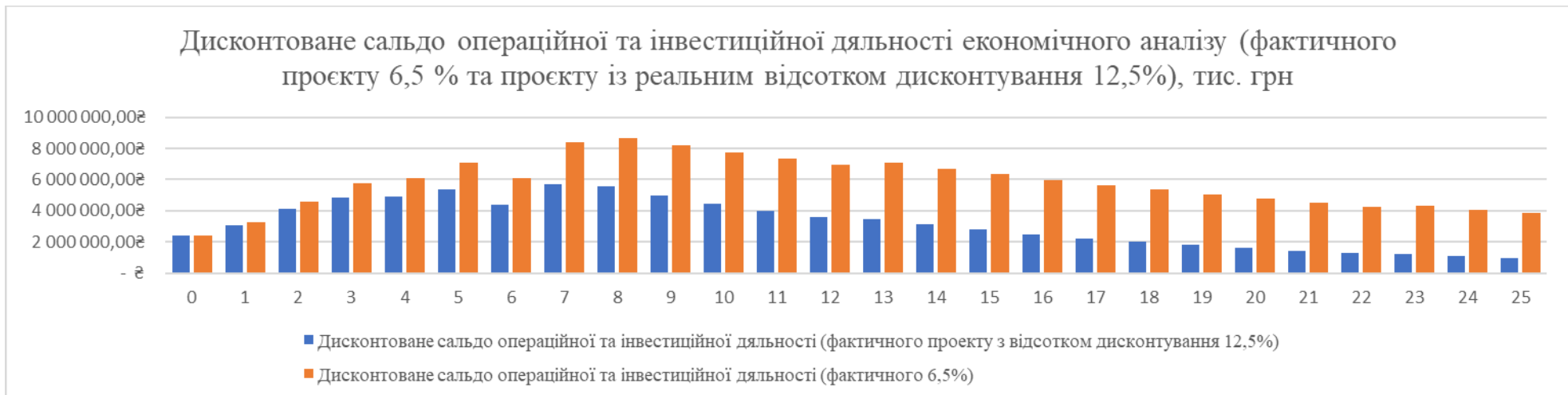


Рис.В.7. Дисконтоване сальдо операційної та інвестиційної діяльності економічного аналізу (фактичного проєкту 6,5 % та проєкту із реальним відсотком дисконтування 12,5%)

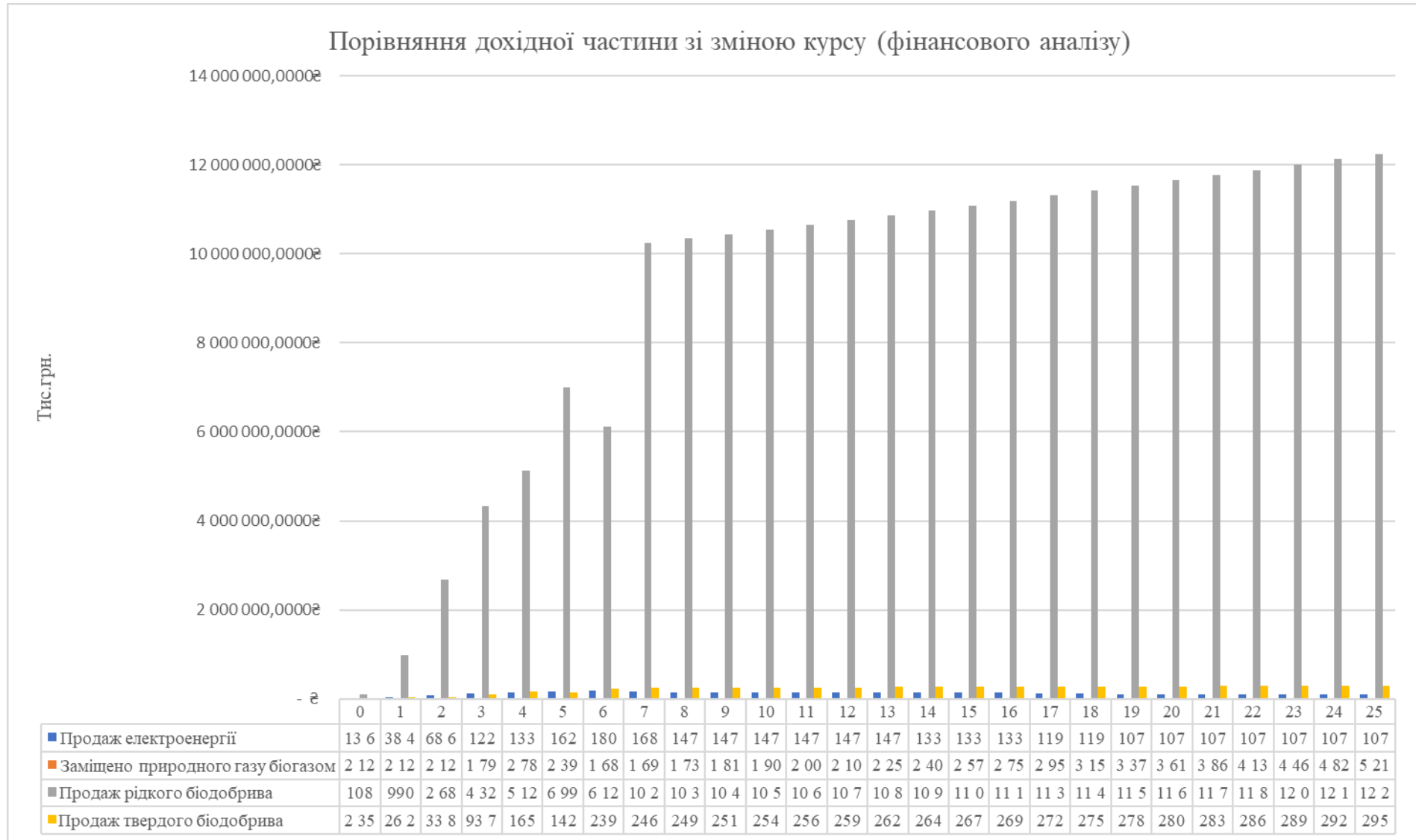


Рис.В.8. Порівняння дохідної частини зі зміною курсу (фінансового аналізу)



Рис.В.9. Порівняння дохідної частини зі зміною курсу валют (економічний аналіз)

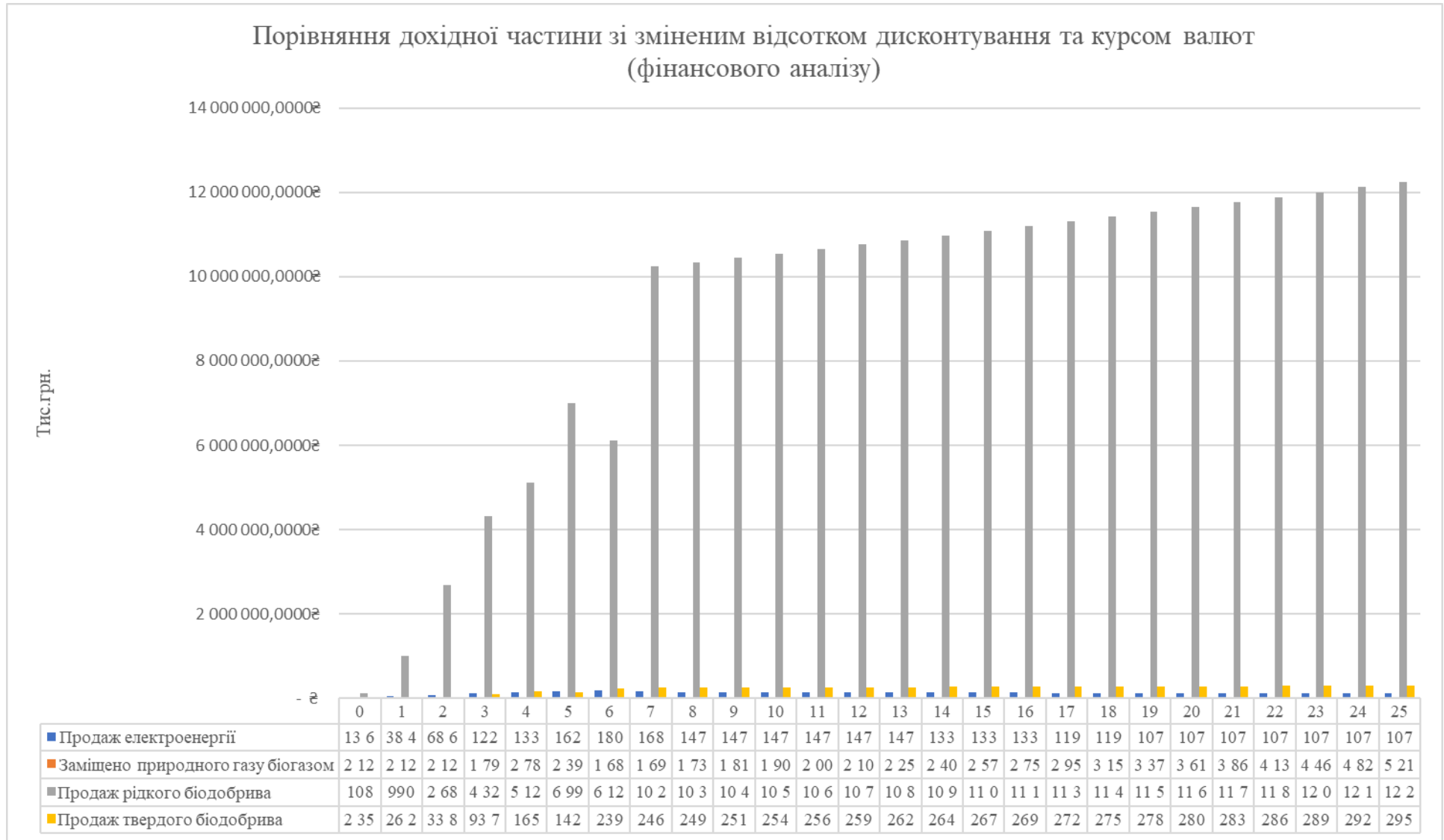


Рис.В.10. Порівняння дохідної частини зі зміненим відсотком дисконтування та курсом валют (фінансового аналізу)

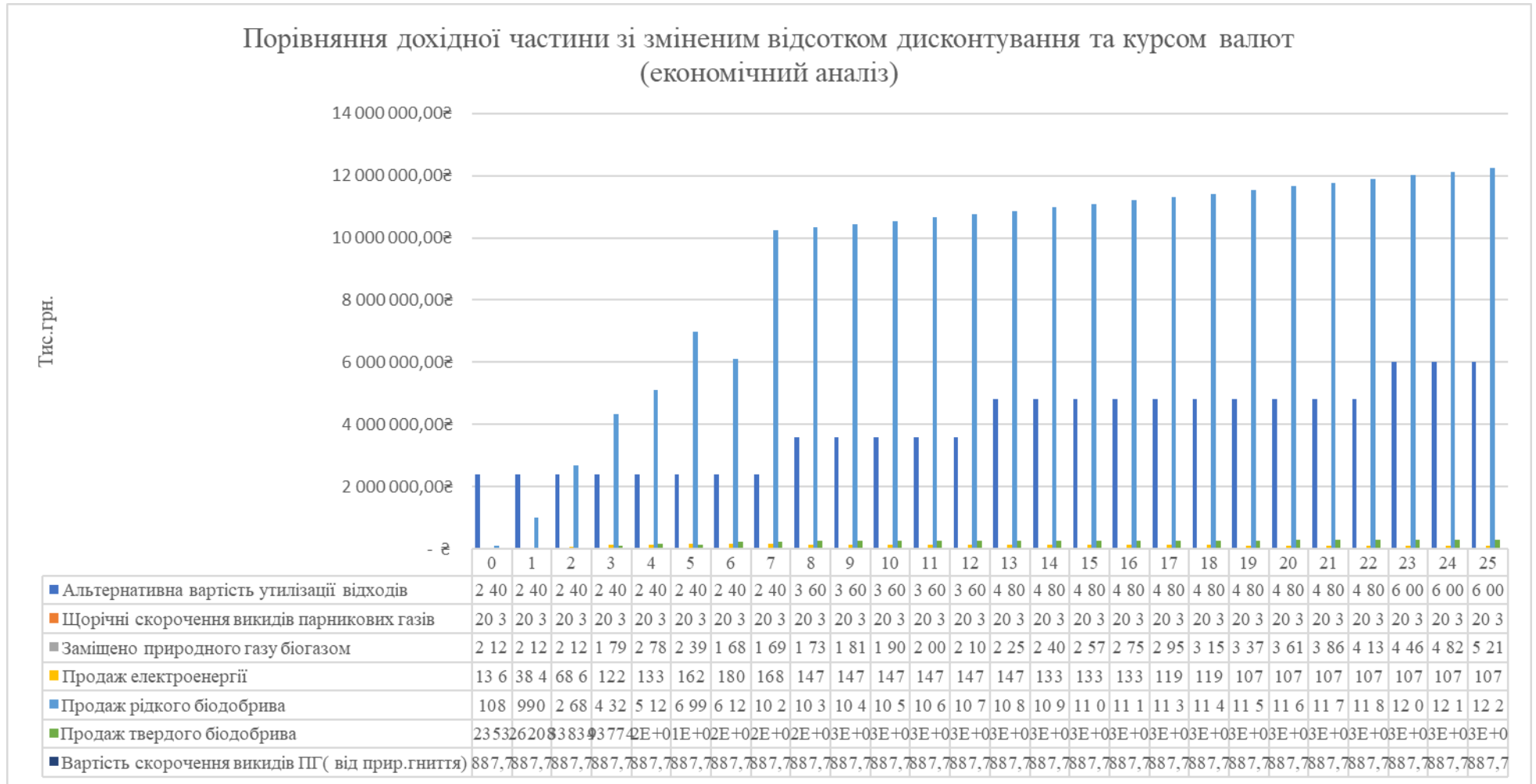


Рис.В.11. Порівняння дохідної частини зі зміненням відсотком дисконтування та курсом валют (економічний аналіз)

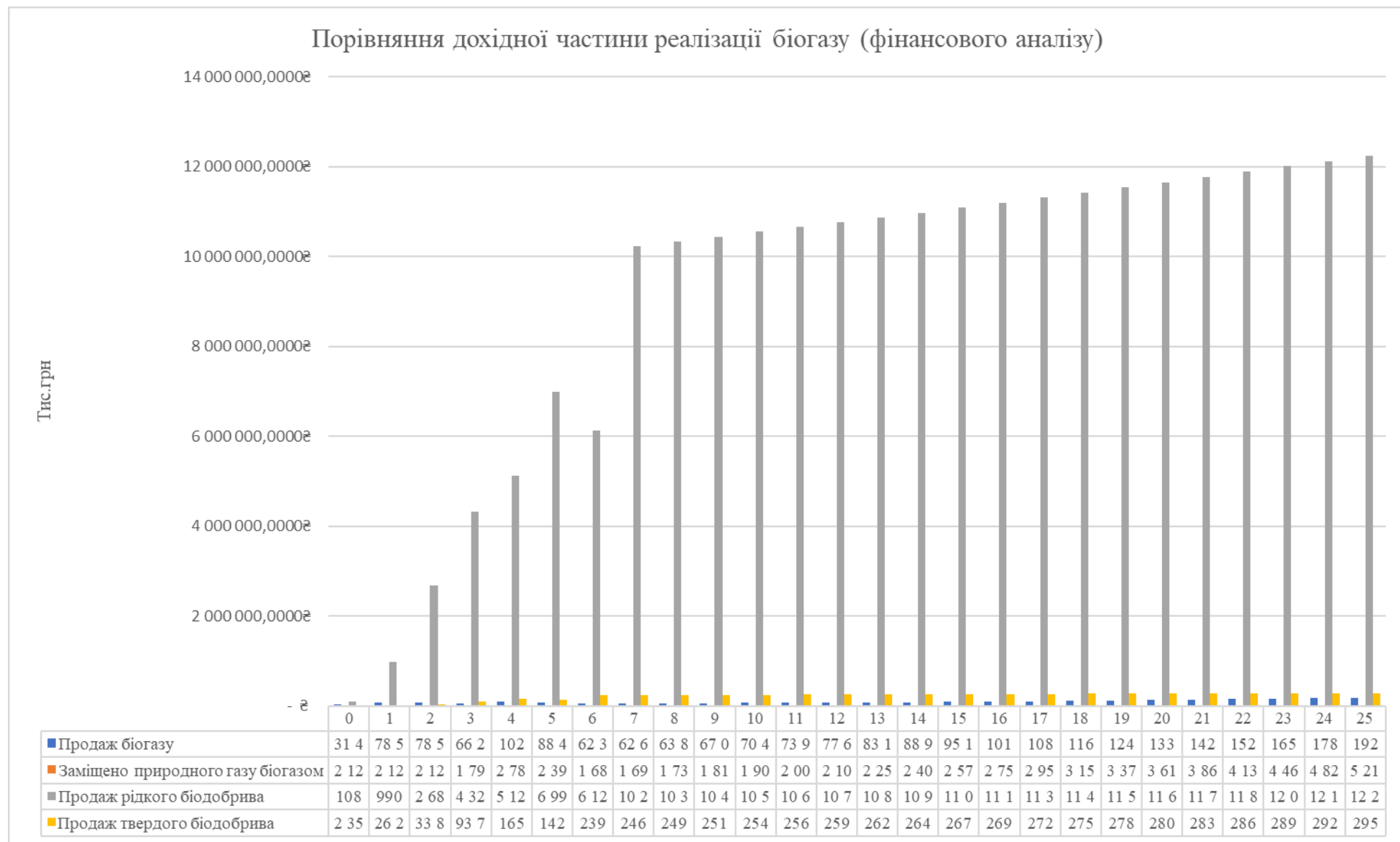


Рис.В.12. Порівняння дохідної частини реалізації біогазу (фінансового аналізу)



Рис.В.13. Порівняння дохідної частини з реалізацією біогазу (економічний аналіз)



Рис.В.14. Порівняння дохідної частини реалізації біогазу без врахування біодобрив (фінансового аналізу)



Рис.В.15. Порівняння дохідної частини реалізації біогазу без врахування біодобрив (економічний аналіз)



Рис.В.16. Порівняння дохідної частини фактичного проєкту без врахування біодобрив (фінансового аналізу)



Рис.В.17. Порівняння дохідної частини фактичного проекту без врахування біодобрив (економічний аналіз)



Рис.В.18. Порівняння дохідної частини (фінансового аналізу фактичного проєкту з утилізацією водоростей)

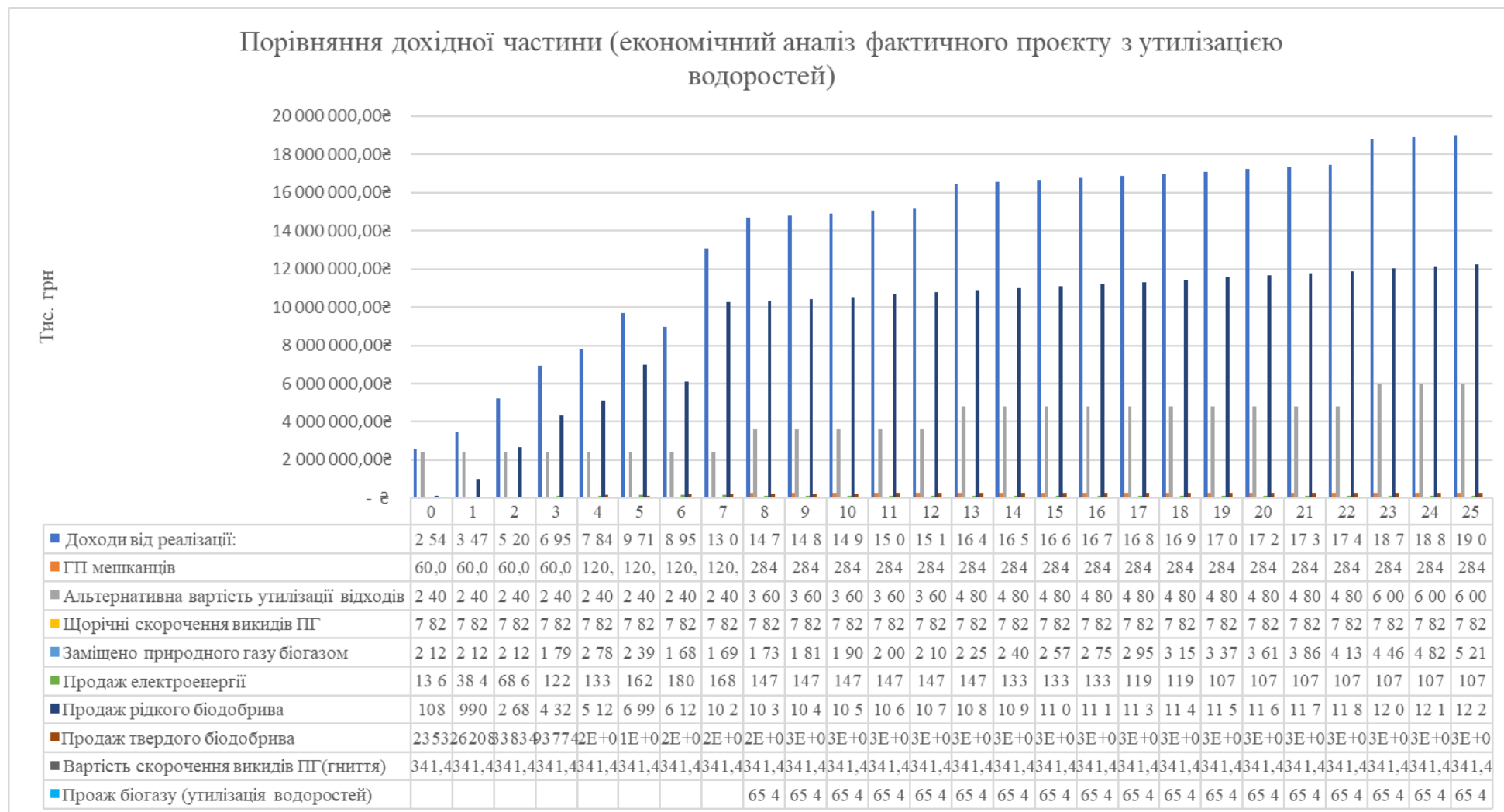


Рис.В.19. Порівняння дохідної частини (економічний аналіз фактичного проєкту з утилізацією водоростей)

Додаток Г

Фізико-хімічні властивості біогазу

Характеристика	Кількісний показник
Об'ємна теплота згоряння, МДж/м ³	21,5
Границя спалахування у повітрі, %	6...12
Температура займання, °С	650...750
Критичний тиск біогазу, МПа	7,5
Критична температура, °С	-2,5
Нормальна густина, кг/м ³	1,2

Додаток Д

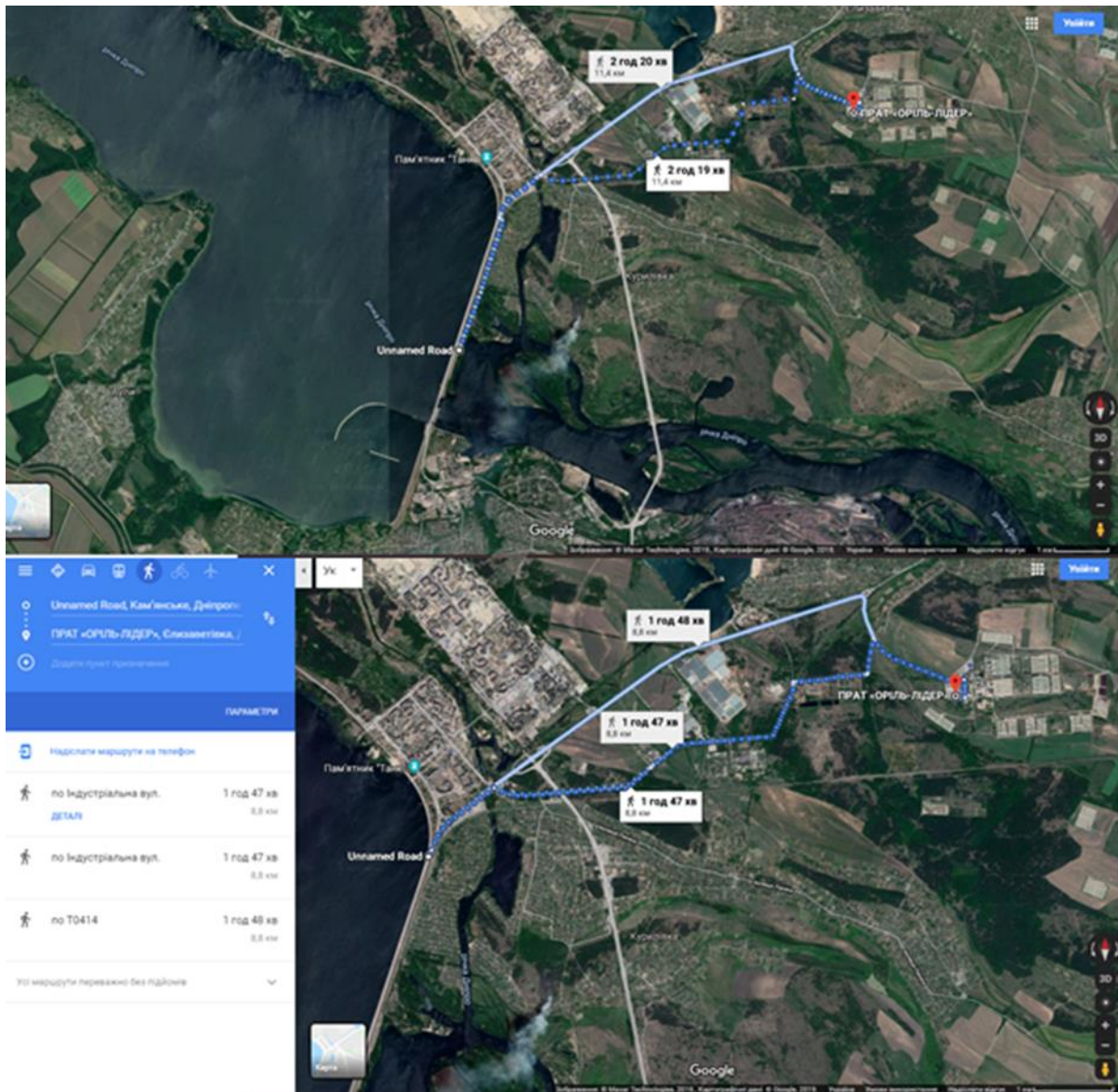


Рис. Д.1. Відстань від Середньодніпровської ГЕС до підрозділу МХП на птахофабриці ПрАТ «Оріль-Лідер» [209]

Додаток Е**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ****Статті у наукових фахових виданнях України:**

1. Черевко Г., Колодій А., В. Шугало В. Еколого-економічна ефективність переробки побутових і промислових відходів на біогаз. *Аграрна економіка*. 2019. Т.12, №1-2. С. 98-107 (дисертанту належать результати досліджень екологічної та економічної ефективності окремих способів переробки різних органічних відходів на біогаз).
2. Черевко Г., Шугало В. Виробництво біопалива як чинник підвищення еколого-економічної ефективності відновлення і використання пошкоджених територій. *Аграрна економіка*. 2018. Т.11, №1-2. С. 131-140 (дисертанту належать результати досліджень ефективності рекультивації пошкоджених територій шляхом вирощування на них енергетичної біомаси та її переробки на біогаз).
3. Черевко Г., Шугало В. Сфери та переваги застосування біогазу у вирішенні енергетичних проблем. *Аграрна економіка*. 2017. Т.10, №3-4. С. 127-132 (дисертанту належать результати досліджень впливу використання біогазу на розвиток економіки аграрних підприємств, регіонів та країни загалом, а також результати аналізу доцільності утилізації різних видів біомаси з метою одержання і використання біогазу).

Стаття в зарубіжному науковому періодичному виданні:

4. Cherevko G., Shuhalo V. Biogas production as an effective method of reducing the eutrophication of reservoirs. *The scientific heritage: an international quarterly journal*. 2020. No 45, P5. P. 53-59 (дисертанту належить обґрунтування економічної, соціальної і екологічної доцільності виробництва біогазу на основі комплексної утилізації органічних відходів аграрних підприємств та іншої органіки з прилеглої до підприємства території).

Публікації в матеріалах наукових конференцій:

5. Шугало В. Одержання та використання енергії з біогазу як важливий напрямок агропромислової інтеграції. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств: матеріали VII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (23-25 травня 2018 р).* Проблематика 2018 р.: Сільськогосподарські підприємства України в умовах агропромислової інтеграції. Львів: Ліга-Прес, 2018. С. 123-126.
6. Шугало В. Енергетична ефективність утилізації органічних відходів. *Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції (11-12 вересня 2020 р.).* Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2020. С. 95-96.

Додаток Є



УКРАЇНА
ЛЬВІВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ЕКОНОМІЧНОЇ ПОЛІТИКИ
ЄДРПОУ 38557560, 79008, м. Львів, вул. В. Винниченка, 18 тел. 261- 21-55, факс 235-60-80
E-mail: gue@loda.gov.ua

14.09.2020 № 372/2-52

На № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Шугало В'ячеслава Миколайовича «Еколого-економічної ефективності
виробництва і використання біогазу в аграрній сфері економіки».

Департамент економічного розвитку Львівської обласної адміністрації позитивно оцінює результати наукових досліджень аспіранта Львівського національного аграрного університету Шугало В'ячеслава Миколайовича. Запропоновані ідеї щодо підвищення еколого-економічної ефективності комплексного застосування біогазової установки дисертантом для утилізації органічних відходів від діяльності підприємств легкої промисловості, готельно-ресторанного бізнесу та ефективного використання мають практичну цінність у сучасних умовах господарювання.

Робота Шугало В.М. може бути використана як підґрунтя для розробки та впровадження таких проектів.

Довідка видана для подання у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту Шугало В.М. дисертації.

Т.в.о. директора



Степан КУЙБІДА



Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Шугало В'ячеслава Миколайовича «Еколого-економічної ефективності
виробництва і використання біогазу в аграрній сфері економіки.»

Розлуцька сільська рада позитивно оцінює результати наукових досліджень аспіранта Львівського національного аграрного університету Шугало В'ячеслава Миколайовича. Запропоновані ідеї щодо підвищення еколого-економічної ефективності комплексного застосування малих біогазових установок дисертантом для утилізації органічних відходів від господарської діяльності людини у домашньому господарстві та ефективного використання мають практичну цінність у сучасних умовах господарювання.

Робота Шугало В.М. може бути використана, як підґрунтя для розробки та впровадження таких проектів.

Довідка видана для подання у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту Шугало В.М. дисертації.

В.о.сільського голови



Команяк В.З



Львівський національний
аграрний університет

01-28-03-984
24.09.2020р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Шугала Вячеслава Миколайовича «Еколого-економічна ефективність виробництва та використання біогазу в аграрній сфері економіки»

У рамках дисертаційного дослідження аспіранта Львівського національного аграрного університету Шугала В. М., виконаного на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка», розроблені теоретичні положення і методичні рекомендації стосовно здійснення оцінки еколого-економічної ефективності виробництва та використання біогазу, одержаного в ході утилізації відходів від виробництва аграрної продукції із залученням іншої органіки, придатної для аналогічної утилізації в зоні функціонування сільськогосподарських підприємств. Дисертантом сформульовані пропозиції стосовно врахування оцінки потоків енергії та матеріалів, впливу на довкілля і організм людини в процесі отримання вторинних продуктів, зменшення навантаження на навколишнє середовище, а також досягнення маловідходного споживання кінцевим консументом. Автором дисертації обґрунтовано можливість одержання значного еколого-економічного ефекту в процесі рекультивації територій, пошкоджених гірничодобувними роботами, де після нанесення мінімального шару родючого ґрунту доцільно вирощувати енергетичні культури, які можна переробляти з одержанням біогазу. Ці напрацювання використовуються в навчальному процесі Львівського національного аграрного університету при викладанні дисципліни «Економіка природокористування» та «Зрівноважений розвиток сільських регіонів».

Довідка видана для пред'явлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту Шугалом В.М. дисертаційної роботи.

Проректор з наукової роботи,
д. е. н., доцент

І. Б. Яців

Завідувач кафедри економіки,
д. е. н., професор

Г. В. Червко

