

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА ЦУКРОВИХ ЗАВОДАХ УКРАЇНИ

PROSPECTS OF BIOGAS PRODUCTION AT SUGAR PLANTS OF UKRAINE

Гонтарук Я.В.

кандидат економічних наук,
старший викладач кафедри аграрного менеджменту та маркетингу,
Вінницький національний аграрний університет

Gontaruk Yaroslav

Vinnitsia National Agrarian University

Статтю присвячено дослідженню перспектив виробництва біогазу на цукрових заводах України. Визначено спад у цукровій галузі, спричинений високою енергозатратністю цукроваріння. Проведено аналіз потенційного виробництва біогазу з побічної продукції цукрових заводів. Аргументовано необхідність виробничої реструктуризації на відповідних виробництвах. Визначено доцільність очищення біогазу до стану біометану для реалізації через газотранспортну систему України. Визначено, що в короткостроковій перспективі основна частина виробленого біометану буде спрямована на експорт у країни ЄС, де створено набагато сприятливіші умови для його споживання. За наявних тенденцій зростання економіки України спрогнозовано зростання споживання виробленого біометану в Україні. Запропоновано принципову схему діяльності модернізованих цукрових заводів, орієнтованих на виробництво біометану.

Ключові слова: цукрові заводи, реструктуризація, біогаз, біометан, водень, ефективність, цукор, меляса, барда, жом, енергонезалежність, прибуток.

The article is devoted to the study of the prospects of biogas production at sugar factories in Ukraine. The decline in the sugar industry caused by high energy consumption of sugar production has been identified. The analysis of potential biogas production from by-products of sugar factories is carried out. The necessity of production restructuring at the corresponding productions is argued. The expediency of biogas purification to the state of biomethane for sale through the gas transmission system of Ukraine is determined. It is determined that in the short term most of the biomethane produced will be exported to EU countries where much more favorable conditions for its consumption are created. Given the current growth trends of Ukraine's economy, the consumption of biomethane produced in Ukraine is projected to increase. The basic scheme of activity of modernized sugar factories focused on biomethane production is offered. Appropriate steps will make it possible to carry out the necessary modernization of agricultural enterprises, including sugar factories. The impetus for the development of biogas production with the subsequent conversion to biomethane is the future increase in taxes in the EU on imports of products that were produced using "dirty" energy. Thus, in the European Union, starting in 2023, a tax will be imposed on imports of products that will be produced using "dirty" fossil fuels. This is especially true for metallurgical plants. If metallurgical plants do not use fossil gas or coal in their production, but biomethane, this will make their products more competitive on the market. It is determined that the sale of electricity produced from biogas at the "green" tariff causes possible risks due to the instability of prices for "green" electricity and constant delays in the calculations of the State Enterprise "Guaranteed Buyer". The proposed measures will provide an opportunity to: achieve growth in foreign investment in the industry; to improve management methods in the sugar industry; increase the gross regional product and the profitability of the sugar industry as a whole. At the same time, the production of biogas at sugar factories in Ukraine will be able to give the following effect to the economy: increase the energy independence of the state; reduce the cost of sugar factories for energy; to improve the ecological condition of the region's water resources; reduce greenhouse gas emissions; to provide agricultural producers with digestate.

Keywords: sugar factories, restructuring, biogas, biomethane, hydrogen, efficiency, sugar, molasses, bard, pulp, energy independence, profit.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В умовах глобальних

трансформацій та зростання вартості енергоносіїв зростає необхідність пошуку шляхів модернізації цукрових заводів в Україні шляхом

їх виробничої реструктуризації орієнтованої на виробництва біогазу. Остання передбачає свідоме дотримання правил і формування чіткої виробничої інфраструктури, спрямованої на забезпечення високопродуктивного виробництва, орієнтованого на виробництво альтернативних джерел енергії. У зв'язку із цим дослідження напрямів розвитку виробництва біогазу на цукрових заводах України є актуальним і сучасним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. В Україні дослідженню перспектив розвитку біогазу на підприємствах АПК присвячено праці І. Гончарук, І. Фурман, Д. Токарчук, Г. Гелетухи, В. Міхійенко та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Попри вагомий науковий результат вище зазначених робіт, на нашу думку, у сучасній економічній науці недостатньо розглянуто перспективи розвитку виробництва біогазу на цукрових заводах.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є дослідження перспектив виробництва біогазу на цукрових заводах України та його реалізації через газотранспортну систему країни.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. В умовах зменшення виробництва цукру та порівняно низької ефективності діяльності цукрових заводів необхідною умовою збереження цукрової галузі є виробничу реструктуризація цукрових заводів із метою підвищення ефективності їхньої діяльності в умовах енергетичної залежності держави.

Протягом 2016–2020 рр. виробництво цукру в Україні зменшилося майже у два рази

і станом на 2020 р. становило 1,02 млн т, що зумовлено як низькою рентабельністю вирощування цукрових буряків, так і високою собівартістю виробництва цукру. Відповідно, знизилися обсяги виробництва побічної продукції – меляси та жому (табл. 1).

Складну ситуацію у цукровій галузі можна подолати за рахунок створення додаткових виробництв на цукрових заводах, орієнтованих на виробництво альтернативних джерел енергії – біогазу. У 2020 р. загальне споживання природного газу в Україні становило понад 29,8 млрд м³ за власного видобутку 19,8 млрд м³ та імпорту на рівні 9,3 млрд м³ (табл. 2).

Зважаючи на негативний зовнішньоторговельний баланс держави та наявний значний потенціал України в аграрній сфері, ситуацію можна виправити, орієнтуючись на виробництво біогазу з відходів АПК держави. Одним із ключових виробників біогазу можуть стати саме цукрові заводи, які провели виробничу реструктуризацію за рахунок створення біогазових виробництв.

Дослідження Д.М. Токарчук свідчать, що з 1 т меляси можна отримати до 630 м³ біогазу, з бурякового жому – 170 м³, з барди – 45 м³ (табл. 3).

Таблиця 3
Вихід біогазу з окремих видів продукції АПК

Вид сировини	Вихід біогазу, м ³
Меляса	630
Буряковий жом	170
Барда	45

Джерело: сформовано на основі даних [3, с. 61]

За підсумками 2020 р. в Україні було побудовано та введено в експлуатацію 68 промислових біогазових станцій, загальна потужність

Таблиця 1
Виробництво основної продукції цукрової промисловості України, тис т

	2016	2017	2018	2019	2020	Відхилення, +, -
Цукор білий рафінований буряковий у твердій формі	1997,0	2042,7	1753,6	1490,0	1022,0	-975
Меляса (патока), отримана під час екстракції або рафінування цукру (крім тростинної)	503,2	494,3	471,9	387,5	268,0	-235,2
Жом буряковий, багаса (жом тростини цукрової), інші відходи цукрового виробництва (включаючи дефекаційний осад та залишки від роботи фільтраційного пресу)	7064,0	7436,7	6466,6	4820,4	3650,6	-3413,4

Джерело: сформовано на основі даних [1]

Таблиця 2
Структура постачання природного газу в Україні в 2020 р., млрд м³

Споживання, млрд м ³	Видобуток, млрд м ³	Імпорт, млрд м ³
29,8	19,8	9,3

Джерело: сформовано на основі даних [2]

галузі досягла 105 МВт, а сумарне виробництво газу – 230 млн кубометрів. Уведені в 2020 р. біогазові станції класифікуються за видами сировини так:

- 28 станцій виробляють біогаз з агросировини;
- 27 станцій працюють на біогазі полігонів твердих побутових відходів;
- 9 станцій виробляють біогаз у результаті анаеробної очистки промислових стічних вод, ще на одній – з опадів господарсько-побутових стічних вод;
- 3 станції призначено для виробництва генераторного газу (класифікуються як біогазові станції) [4].

Загальна встановлена електрична потужність когенераційних установок на біогазі становить близько 105 МВт, із них 103,364 МВт працюють за «зеленим» тарифом. Сумарне виробництво електроенергії біогазовими станціями, для яких встановлено «зелений» тариф, у 2020 р. становило близько 471,5 млн кВт год. [4].

У 2020 р. Регіональна газова компанія (РГК) і Біоенергетична асоціація України (БАУ) підписали меморандум про взаєморозуміння і співпрацю для підготовки газорозподільної інфраструктури до транспортування біометану та його виробництва.

Партнерство РГК і БАУ спрямоване на проведення модернізації газорозподільних систем з огляду на реалізацію проєктів із виробництва біометану та інших синтетичних газів. Перспективи такого співробітництва пов'язані як із розвитком чистих і економічно виправданих джерел енергії, так і напрацюванням технологій у рамках European Green Deal, необхідних для інтеграції з європейськими ринками.

Співпраця РГК і БАУ проходить у таких напрямках:

- удосконалення технологій виробництва, транспортування, розподілу та використання біометану;
- реалізація оптимальних рішень для створення внутрішнього ринку біометанових технологій в Україні;
- створення сприятливих правових і технічних умов для учасників ринку, які працюють над проєктами з виробництва, транспортування, розподілу та використання біометану;
- проведення пілотних проєктів зі створення установок для виробництва біометану та їх підключення до газорозподільних мереж;
- оновлення енергетичної та кліматичної стратегій, нормативно-правових актів для просування економічного зростання і прогресу в напрямі інтеграції енергосектору України з європейськими ринками;
- розвиток проєктів з експорту біометану [5].

Слід зауважити, що біогаз у своєму складі має 60% метану та близько 40% вуглекислого газу. Здебільшого на діючих біогазових заводах біогаз спалюють із метою виробництва

електроенергії з подальшою реалізацією за «зеленим» тарифом. Проте зменшення закупівельних цін на електроенергію з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) робить даний спосіб менш прибутковим. Слід зауважити, що частково тепло від спалювання використовується під час виробництва цукру та обігріву приміщень заводів, проте більшість теплової енергії втрачається. Тому доцільно на базах потужних цукрових заводів створювати комплекс з виробництва цукру з подальшою переробкою побічної продукції на біогаз, а надлишкове тепло використовувати не лише для виробництва цукру, а й для виробництва спирту. Знову ж таки це забезпечить більш повне використання теплової енергії та замкнутий цикл виробництва. А барда, яка утворюватиметься під час виробництва спирту, виступатиме сировиною для виробництва біогазу.

Невирішеним залишається питання створення під час виробництва біогазу досить значного обсягу вуглекислого газу, що має негативний вплив на довкілля. Невикористаний біогаз для виробництва продукції подібних комплексів слід очищувати від CO₂ та реалізовувати через газотранспортну систему. Очищений біогаз до 96% умісту метану класифікується як біометан та може бути реалізований через ГТС.

На думку Г.Г. Гелетути, виробництво біометану може забезпечити значний внесок у виробництво якісних органічних добрив і відродження родючості українських ґрунтів. Сектор також може брати активну участь у досягненні національної цілі зменшення викидів парникових газів. Окрім того, може бути створено новий прозорий інноваційний експортно-орієнтований сектор економіки зі значною кількістю додаткових робочих місць (переважно у сільській місцевості) з відповідними сплатами податків [6, с. 67].

Слід зауважити, що сьогодні спостерігається бум інформації щодо перспектив розвитку виробництва «зеленого» водню. Розвиток водневих технологій за умов підтримки ЄС є одним із важливих напрямів розвитку ринку енергоносіїв України, проте біометан має не менші перспективи.

Насамперед слід зауважити, що під час транспортування 1 м³ біометану в наявній в Україні газотранспортній системі він передає в три рази більше енергії, ніж 1 м³ водню. Це одна з основних переваг біометану, яка дає можливість зменшити вартість транспортування.

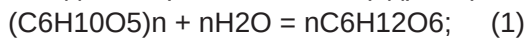
ГТС України на 100% готова до транспортування біометану та його енергетичного використання, оскільки біометан є повним аналогом природного газу. Не потребують модернізації газопроводи, газові котли, газові двигуни, газові електростанції та інше енергетичне обладнання, яке було спроектоване для роботи на природному газі. Кошти, які планується вкладати в модернізацію ГТС України, більш доцільно

використати для інвестування у виробництво біогазу з його очищенням до біометану.

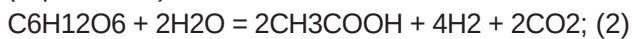
Вартість біометану є конкурентною до вартості «зеленого» водню на найближчу перспективу. Сьогодні середня вартість «зеленого» водню становить близько 7 \$/кг із перспективою її зменшення до 3 \$/кг до 2030 р., 2 \$/кг – до 2050 р., тоді як середня вартість біометану нині становить 700 \$/1000 м³ із перспективою її зменшення до 650 \$/кг до 2030 р., 600 \$/1000 м³ – до 2050 р. і в майбутньому до 500 \$/1000 м³. Іншими словами, сьогодні біометан приблизно втричі дешевше «зеленого» водню. У 2050 р. очікується їх зрівняння за вартістю, і лише за зниження вартості «зеленого» водню нижче за 2 \$/кг він може стати дешевшим за біометан [7].

Процес утворення біогазу (метаногенез) чітко описаний В.М. Міхєєнком, він проходить у три стадії:

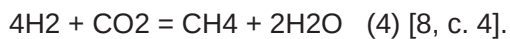
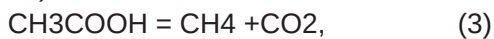
1) розкладання органічної маси (гідроліз):



2) розмноження кислоутворюючих бактерій (ацетогенез):



3) розмноження метаноутворюючих бактерій (метаногенез):



Найбільші перспективи вбачаються в комплексному використанні переваг водню та біометану. Реалізацію даних переваг на цукрових заводах доцільно реалізувати так:

1. біля цукрових заводів будувати біогазові заводи та відповідні установки для виробництва «зеленого» водню;

2. проводити реакцію конвертації водню у біометан, провівши його реакцію з вуглекислим газом, який виділяється під час продукування біометану;

3. проводити закачування у ГТС біометану, виробленого біогазовим заводом, плюс синтетичний метан, у який було конвертовано «зелений» водень.

Нині у правовому полі прийнято Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні види палива» щодо розвитку виробництва біометану» № 5464 від 05.05.2021. Закон вирішив два основних завдання:

1. Уводить у законодавче поле України визначення терміна «біометан» – це біогаз, що за своїми фізико-технічними характеристиками відповідає нормативно-правовим актам на природний газ для подачі до газотранспортної та газорозподільної систем або для використання як моторного палива.

2. Створює «Реєстр біометану» – електронну систему облікових записів, призначену для реєстрації поданого до газотранспортної або газорозподільної системи та відібраного з газотранспортної або газорозподільної системи

обсягу біометану, а також для формування гарантій походження біометану, їх передачі, розподілу або анулювання та надання сертифікатів походження біометану [9].

На думку І.В. Фурман, реалізація програми «Дорожня карта розвитку біоенергетики в Україні до 2050 року і План дій до 2025 року» має бути доповнена такими заходами щодо державного стимулювання власників та орендарів земельних ділянок до застосування технологій виробництва біопалив:

– пільгове кредитування для закупівлі обладнання для виробництва біопалив;

– надання права першочергової оренди державних земель сільськогосподарського призначення для підприємств та фермерів, орієнтованих на виробництво біопалив;

– надання державних дотацій для поглиблених наукових досліджень у сфері виробництва біопалив науково-дослідним установам [10, с. 64].

Відповідні кроки дадуть можливість провести необхідну модернізацію підприємств АПК, у тому числі цукрових заводів. Поштовхом для розвитку біогазового виробництва з подальшою конвертацією у біометан є майбутнє збільшення податків у країнах ЄС на ввезення продукції, яка була вироблена із застосуванням «брудної» енергії. Так, у Європейському Союзі з 2023 р. почне діяти податок на імпорт продукції, яка буде вироблена із застосуванням «брудного» викопного палива. Особливо актуально це є для металургійних заводів. Якщо металургійні заводи будуть використовувати у своєму виробництві не викопний газ чи вугілля, а біометан, це дасть можливість зробити їхню продукцію більш конкурентоздатною на ринку. У короткостроковій перспективі основна частина виробленого біометану буде спрямована на експорт у країни ЄС, де створено набагато сприятливіші умови для його споживання. За наявних тенденцій зростання економіки України можна прогнозувати зростання споживання виробленого біометану в Україні.

За повної переробки побічної продукції цукрових заводів виходячи з потужностей 2020 р. можна отримати майже 790 млн м³, що в перерахунку на біометан становить 473,7 млн м³. Це дасть можливість зменшити обсяг імпорту природного газу та забезпечити цукрові заводи власними енергоносіями, що позитивно вплине на собівартість виробництва цукру (табл. 4).

Слід зауважити, що на біогазових заводах, що можуть бути створені на базі цукрових заводів, можна переробляти іншу продукцію АПК, а саме соломку, гній ВРХ, барду та ін. Це дасть можливість повною мірою забезпечити потенційні потужності біогазових заводів. Також виробництво біогазу дасть можливість уникнути забруднення водних ресурсів відходами цукроваріння. Побічна продукція від виробництва біогазу – дигестат є цінним добривом та

може бути реалізована сільськогосподарським підприємствам.

Отже, окрім переробки побічної продукції цукроваріння, відповідні біогазові заводи на їх базі можуть вирішити проблеми з утилізацією відходів тваринництва.

І.В. Гончарук зауважує, що утилізація сільськогосподарських відходів, а саме відходів тваринництва шляхом їх переробки на біогаз, є важливим аспектом не тільки екологічності даного процесу, а й містить енергетичний складник – забезпечення енергетичної незалежності, тобто використання власної відновлюваної сировинної бази і відмова від викопних енергоносіїв або імпорту, диверсифікації енергопостачання. Проте економічні вигоди від використання біогазу в кожному конкретному випадку залежатимуть від типу відходів, доступних для переробки, інвестиційних можливостей, наявності локального енергетичного ринку та державних ініціатив [11, с. 33].

Отже, найбільшій ефективності цукрові заводи можуть досягти, створивши на власній матеріально-технічній базі біогазові заводи, орієнтовані на переробку власної побічної продукції та відходів сільського господарства.

Принципова схема функціонування модернізованих цукрових заводів має включати в себе

досить великий обсяг високотехнологічного обладнання. Пропонується, щоб побічна продукція із цукрового заводу передавалася на біогазовий реактор. Після переробки частина біогазу подавалася на власну електростанцію для забезпечення потреб виробництва та здійснення процесу електролізу для виробництва «зеленого» водню. Установа з очищення біогазу очищувала даний продукт від вуглекислого газу та передавала його на переробку для створення синтетичного метану. Очищений біометан та синтетичний газ через насосні станції реалізувався в загальну ГТС України. Таким чином, цукрові заводи зможуть стати не споживачами газу, а його виробниками (рис. 1).

Реалізація електроенергії, виробленої з біогазу за «зеленим» тарифом, викликає можливі ризики у зв'язку з нестабільністю цін на «зелену» електроенергію та постійними затримками з розрахунками з боку ДП «Гарантований покупець». Через це доцільно обмежити дане виробництво обсягами необхідними для власних потреб та виробництва водню.

Звісно, під час виробництва електроенергії виділятиметься тепло, яке доцільно використовувати для обігріву приміщень відповідних комплексів. Проте навіть представлена схема

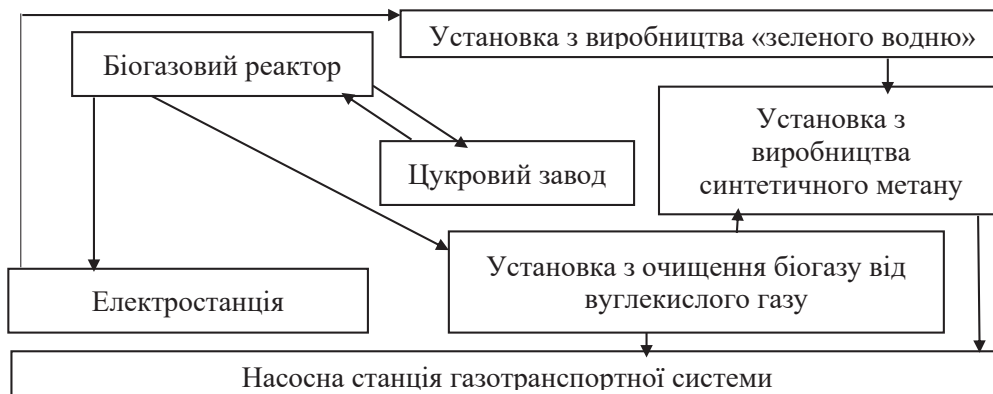


Рис. 1. Принципова схема функціонування модернізованих цукрових заводів

Джерело: власна розробка

Таблиця 4

Потенційний обсяг виробництва біогазу з побічної сировини цукрових заводів

Сировина	Обсяг сировини (рівень 2020 р.), тис т	Потенційний обсяг виробництва біогазу, млн м ³	У перерахунку на біометан, млн м ³
Меляса (патока), отримана під час екстракції або рафінування цукру (крім тростинної)	268,0	168,84	101,3
Жом буряковий, багаса (жом тростини цукрової), інші відходи цукрового виробництва (включаючи дефекаційний осад)	3650,6	620,6	372,4
Всього, млн м ³	X	789,44	473,7

Джерело: власні дослідження

функціонування заводу за умов достатніх інвестицій може бути модернізована. За умови достатніх інвестиційних ресурсів на території відповідного виробництва можна побудувати спиртовий завод. Біогаз, який буде вироблятися, може знову ж таки застосовуватися для виробництва спирту, а побічна продукція у вигляді барди підлягатиме переробці на біогаз.

Формування відповідних біоенергетичних кластерів дасть можливість вирішити значну кількість проблем в АПК, а саме:

- зменшити собівартість цукру;
- створити додаткові робочі місця в сільській місцевості;
- збільшити ВПП держави;
- підвищити енергетичну незалежність та поліпшити зовнішньоторговельний баланс України;
- частково забезпечити промислові підприємства біометаном;
- сприяти розвитку виробництва біогазових установок, що, своєю чергою, дасть поштовх для розвитку нових біогазових технологій;
- забезпечити сільське господарство органічним добривом – дигестатом;
- зменшити рівень забруднення стічними водами водних ресурсів України;
- дати поштовх розвитку спиртової галузі на інноваційній основі.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Розвиток та вдосконалення технологій на цукрових заводах є нагальним питанням для стратегічного розвитку України. Запропоновані заходи дадуть можливість:

- досягти зростання обсягу іноземних інвестицій у галузь;
- удосконалити методи управління у цукровій промисловості;
- підвищити показник валового регіонального продукту та рентабельності цукрової галузі у цілому.

Водночас виробництво біогазу на цукрових заводах України зможе дати такі ефекти для економіки:

- підвищити енергетичну незалежність держави;
- знизити витрати цукрових заводів на енергоносії;
- поліпшити екологічний стан водних ресурсів області;
- знизити обсяг викидів парникових газів;
- забезпечити сільськогосподарських виробників дигестатом.

Основним стримуючим чинником для розвитку біогазового виробництва на цукрових заводах є насамперед відсутність державного стимулювання. Шляхом державного стимулювання розвитку альтернативної енергетики та збільшення штрафних санкцій за викиди CO₂ можливо досягти вирішення поставлених завдань у короткостроковій перспективі.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Промисловість України в 2016–2020 роках / за ред. І. Петренко. Київ, 2021. 296 с.
2. Результати моніторингу функціонування ринку природного газу за IV квартал 2020 року. URL: https://www.nerc.gov.ua/storage/app/sites/1/Docs/Sfery_Gaz/Monitoring_rynku_gaz/2020/monitoryng_gaz_IV-2020.pdf (дата звернення: 20.01.2022).
3. Пришляк Н.В., Токарчук Д.М., Паламаренко Я.В. Рекомендації з вибору оптимальної сировини для виробництва біогазу на основі експериментальних даних щодо енергетичної цінності відходів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 24. С. 58–66. URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.58>.
4. Розвиток біогазу в Україні. Сумарне виробництво газу досягло 230 млн кубометрів. URL: <https://thepage.ua/ua/news/rozvitok-biogazu-v-ukrayini-povna-statistika> (дата звернення: 20.01.2022).
5. Фірташ і Асоціація біоенергетиків адаптують мережі під біогаз. URL: <https://thepage.ua/ua/news/firtash-i-asociaciya-bioenergetikiv-adaptuyut-merezhi-pid-biogaz> (дата звернення: 20.01.2022).
6. Гелетуха Г.Г., Матвєєв Ю.Б. Перспективи виробництва біометану в Україні. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2021. № 3. Том 43. С. 65–70. URL: <https://doi.org/10.31472/ttpe.3.2021.8>.
7. Біометан – відновлюваний газ, що збереже планету. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/greendeal/742601.html> (дата звернення: 20.01.2022).
8. Міхєєнко В.М., Гевлич Т.І. Ефективні технології отримання біогазу в Україні та за кордоном. *Збірник наукових праць ДонНАБА*. 2020. № 1. С. 3–14.
9. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні види палива» щодо розвитку виробництва біометану» № 5464 від 05.05.2021. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71839 (дата звернення: 20.01.2022).
10. Фурман І.В., Ратушняк Н.О. Перспективи виробництва біопалив в умовах реформування земельних відносин. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2021. № 3(57). С. 53–68. URL: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2021-3-4>.
11. Гончарук І.В., Вовк В.Ю. Понятійний апарат категорії сільськогосподарські відходи, їх класифікація та перспективи подальшого використання для виробництва біоенергії. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 3(53). С. 23–38. URL: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-3-2>.

REFERENCES:

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2021). Promyslovist' Ukrainy v 2016-2020 rokakh [Industry of Ukraine in 2016-2020], Kyiv. 296 p.
2. Rezul'taty monitorynhu funktsionuvannya rynku pryrodnoho hazu za IV kvartal 2020 roku. [Results of monitoring the functioning of the natural gas market for the fourth quarter of 2020]. URL: https://www.nerts.gov.ua/storage/app/sites/1/Dotss/Sfery_Gaz/Monitoring_rynku_gaz/2020/monitoryng_gaz_IV-2020.pdf (data zvernennya: 20.01.2022).
3. Pryshlyak N.V., Tokarchuk D.M., Palamarenko Ya.V. (2020). Rekomendatsiyi z vyboru optymal'noyi syrovyny dlya vyrobnytstva biohazu na osnovi eksperymental'nykh danykh shchodo enerhetychnoyi tsinnosti vidkhodiv [Recommendations for the selection of optimal raw materials for biogas production based on experimental data on the energy value of waste]. *Investytsiyi: praktyka ta dosvid*. 24. pp. 58–66. URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.58>
4. Rozvytok biohazu v Ukraini. Sumarne vyrobnytstvo hazu dosyahlo 230 mln kubometriv [Biogas development in Ukraine. Total gas production reached 230 million cubic meters]. URL: <https://thepage.ua/ua/news/rozvytok-biohazu-v-ukraini-povna-statistika> (data zvernennya: 20.01.2022).
5. Firtash i asotsiatsiya bioenerhetykiv adaptuyut' merezhi pid biohaz [Firtash and the Association of Bioenergetics are adapting their networks to biogas]. URL: <https://thepage.ua/ua/news/firtash-i-asotsiatsiya-bioenergetykykiv-adaptuyut-merezhi-pid-biogaz> (data zvernennya: 20.01.2022).
6. Heletukha H.H., Matvyeyev Yu.B. (2021). Perspektyvy vyrobnytstva biometanu v Ukraini [Prospects for biomethane production in Ukraine]. *Teplofizyka ta teploenerhetyka*. № 3. Tom 43. pp. 65-70. URL: <https://doi.org/10.31472/tpe.3.2021.8>
7. Biometan – vidnovlyuvanny haz, shcho zberezhe planetu [Biomethane is a renewable gas that will save the planet]. URL: <https://ua.interfax.tsom.ua/news/greendea/742601.html> (data zvernennya: 20.01.2022).
8. Mikhyeyenko, V.M., Hevlych T.I. (2020). Efektyvni tekhnolohiyi otrymannya biohazu v Ukraini ta za kordonom [Efficient technologies for biogas production in Ukraine and abroad]. *Zbirnyk naukovykh prats' DonNABA*. № 1. pp. 3-14
9. Zakon Ukrainy «Pro vnesennya zmin do Zakonu Ukrainy «Pro al'ternatyvni vydy palyva» shchodo rozvytku vyrobnytstva biometanu» N 5464 vid 05.05.2021 r. [Law of Ukraine "On Amendments to the Law of Ukraine" On Alternative Fuels "for the Development of Biomethane Production" No. 5464 of 05.05.2021]. URL: http://w1.ts1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webprots4_1?pf3511=71839 (data zvernennya: 20.01.2022).
10. Furman I.V., Ratushnyak N.O. (2021). Perspektyvy vyrobnytstva biopalyv v umovakh reformuvannya zemel'nykh vidnosyn [Prospects for the production of biofuels in terms of reforming land relations]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky*. № 3 (57). pp. 53-68. URL: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2021-3-4>.
11. Honcharuk I.V., Vovk V.Yu. (2020). Ponyatiynny aparat katehoriyi sil's'kohospodars'ki vidkhody, yikh klasyfikatsiya ta perspektyvy podal'shoho vykorystannya dlya vyrobnytstva bioenerhiyi [Conceptual apparatus of the category of agricultural waste, their classification and prospects for further use for bioenergy production]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky*. № 3 (53). pp. 23-38. URL: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-3-2>.