

УДК 657.92:620.91(477.44)

JEL Classification: Q42

DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.25.2023.278409>**Лутковська С. М.**

доктор економічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-8350-5519

**Зеленчук Н. В.**

аспірантка

ORCID ID: 0000-0001-7140-1571

Вінницький національний аграрний університет

**Lutkovska Svitlana, Zelenchuk Nataliia**

Vinnytsia National Agrarian University

## ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ОСОБИСТИМИ СЕЛЯНСЬКИМИ ГОСПОДАРСТВАМИ

### ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF BIOGAS PRODUCTION BY PERSONAL PEASANT FARMS

Метою даної статті є оцінка потенціалу виробництва біогазу особистими селянськими господарствами. Актуальність дослідження полягає в необхідності оцінки потенціалу виробництва біогазу особистими селянськими господарствами з відходів продукції тваринництва та рослинництва. У процесі дослідження було використано сукупність загальнонаукових та спеціальних методів: економічного аналізу; аналізу та синтезу; графічний; дедуктивний; індуктивний. Отримані результати представляють інформаційну основу для розвитку переробки відходів особистих селянських господарств на біогаз та дигестат. Проведено аналіз в динаміці утворення відходів продукції тваринництва в особистих селянських господарствах. Доведено доцільність переробки відходів домогосподарств на біогаз. Констатовано необхідність розвитку та вдосконалення технологій виробництва біогазу з використанням сировинного особистих селянських господарств, що має стати стратегічним пріоритетом післявоєнної відбудови держави.

**Ключові слова:** біогаз, сировина, потенціал, відходи, особисті селянські господарства, дигестат.

The purpose of this article is to assess the potential of biogas production by individual peasant farms. The relevance of the study lies in the need to assess the potential of biogas production by individual peasant farms from the waste products of animal husbandry and crop production. A set of general scientific and special methods was used in the research process: economic analysis; analysis and synthesis; graphic; deductive; inductive. It was established that biomass is a powerful source of available renewable energy, which makes its use in Ukraine extremely promising. The obtained results represent an informational basis for the development of waste processing of personal peasant farms into biogas and digestate. An analysis of the dynamics of waste generation of animal husbandry products in personal peasant farms was carried out. It was established that the main raw material for biogas production should be considered livestock waste, and the most productive raw material is bird droppings. The expediency of processing household waste into biogas has been proven. The need for development and improvement of biogas production technologies using raw materials from personal peasant farms was established, which should become a strategic priority of the post-war reconstruction of the state. It has been proven that the use of the existing potential will make it possible to produce more than 4.2 billion m<sup>3</sup> of biomethane for the self-sufficiency of personal peasant farms with hot water supply and organic fertilizer (digestate) for fertilizing homestead plots. In order to popularize this type of production among the population, it is advisable to direct subsidies from the state budget to the purchase of appropriate equipment by individual peasant farms. It was established that the main restraining factor for the development of biogas production in private peasant farms is primarily the high cost of the relevant installations and related equipment (storage containers). When implementing programs of state subsidies for interested households, it is possible to achieve a solution to their energy independence issues in the short term.

**Key words:** biogas, raw materials, potential, waste, personal peasant farms, digestate.

**Постановка проблеми.** Під час військової агресії проти України загострилася проблема забезпечення населення енергетичними ресурсами. В умовах сьогодення відходи агропромислового комплексу не завжди знаходять застосування, хоч і є цінною сировиною. Вони здебільшого органічного походження і підлягають переробці, особливо відходи тваринництва. Їх можна використовувати як сировину для промисловості, виробництва кормів, а головне – для виробництва біогазу, що дасть змогу зменшити енергетичну залежність сільських територій та нашої держави загалом.

Проблемою як аграрного сектору України, так і економіки загалом є дефіцит первинних джерел енергії, який повинен активно покриватися за рахунок відновлених джерел. Підвищення ціни на традиційні енергоносії та невпинне зменшення ресурсів сировини веде до енергетичної та економічної кризи в усьому світі. В зв'язку з цим особливої актуальності набуває розробка технологій використання альтернативних джерел енергії для потреб сільськогосподарського виробництва, в тому числі й тваринництва та забезпечення енергоносіями жителів сільської місцевості.

Національним планом дій з відновлюваної енергетики до 2025 року в нашій державі встановлено загальну мету, згідно якої внесок відновлюваних джерел енергії до валового кінцевого енергоспоживання має досягти 11% у відповідності до зобов'язань України як члена Енергетичного співтовариства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В Україні дослідженням перспектив розвитку виробництва біогазу присвячені праці Лутковської С. М. [1], Калетніка Г. М. [2], Токарчук Д. М. [3] та ін. Аналіз численних літературних джерел свідчить про те, що визначення потенціалу виробництва біогазу особистими селянськими господарствами (ОСГ) вивчений недостатньо, що зумовлює актуальність дослідження.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є визначити можливий потенціал виробництва біогазу в особистих селянських господарствах.

**Вклад основного матеріалу.** Біомаса являє собою потужне джерело доступної відновлюваної енергії, що робить використання її в Україні надзвичайно перспективним.

За твердженням науковців, враховуючи зростання цін на енергоносії, загострення екологічних проблем, розвиток технологій у сфері альтернативних джерел енергії економічна доцільність впровадження альтернативної енергетики не підлягає сумнівам. Біомаса являє собою величезне джерело доступної відновлюваної енергії, що робить використання її в Україні дуже перспективним. Біоенергетика, створює також економічні та екологічні передумови для стимулювання розвитку сільських територій [4].

Світові тенденції до зростання цін на традиційні паливні ресурси, що використовуються для генерації електричної енергії, вимагають від підприємств аграрного сектора здійснення заходів щодо диверсифікації джерел постачання електроенергії та підвищення рівня енергетичної автономії [1, с. 96].

Перш за все, слід зазначити, що суттєвим аспектом виробництва біогазу є використання сировини для джерел енергії, що часто одночасно є відходами. Використання органічних відходів чи аграрної сировини створюють середовище для утворення екологічних ефектів при їх транспортуванні, зберіганні та використанні.

Суттєвий негативний екологічний вплив здійснює сировина тваринного походження. Так наразі, в Україні стоїть гостре питання – утилізація та безпечне перероблення продуктів життєдіяльності птахофабрик, свинокомплексів та ферм ВРХ. З іншого боку анаеробна переробка відходів тваринництва (окремо або в поєднанні з іншими ко-субстратами) може розглядатися як краща з наявних технологій, адже переробка відходів на біогазових заводах дає змогу частково зменшити екологічні проблеми та має суттєві економічні переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії. Крім того, біодобрива з відходів виробництва за багатьма показниками в кілька разів краще за інших органічних добрив (гній, послід, торф). Основними з них є:

1. Екологічний вплив на ґрунт. Органічні добрива в непереробленому вигляді наносять більшої шкоди ґрунту, забруднюючи його і ґрунтові води. Тоді як біодобрива є абсолютно чистим екологічним добривом.
2. Відсутність насіння бур'янів. У гної свиней, великої рогатої худоби і торфі зазвичай присутня велика кількість насіння бур'янів. В 1 тонні свіжого гною знаходиться до 10 тис. насінин різних бур'янів. Це призводить до втрати врожаю від 5–7 центнерів злакових культур з одного гектара [2].

Дослідження проведені вченими різних країн дали змогу визначити орієнтовні об'єми виходу біогазу при переробці сільськогосподарських відходів (табл. 1).

Біогаз може використовуватися для спалювання в котлах та двигунах внутрішнього згоряння без збагачення. Найбільш поширене використання біогазу є вироблення електричної енергії. Біогаз також можна очищати від  $CO_2$  і доводити до властивостей природного газу. Такий збагачений біогаз називається біометаном. Найчастіше очищення проводиться за допомогою води. Після очищення газ не відрізняється як за складом так і за властивостями від природного газу.

Дослідження проведені вченими різних країн дали змогу визначити орієнтовні об'єми виходу біогазу при переробці сільськогосподарських відходів (табл. 1).

Біогаз може використовуватися для спалювання в котлах та двигунах внутрішнього згоряння без збагачення. Найбільш поширене використання біогазу є вироблення електричної енергії. Біогаз також можна очищати від  $CO_2$  і доводити до властивостей природного газу. Такий збагачений біогаз називається біометаном. Найчастіше очищення проводиться за допомогою води. Після очищення газ не відрізняється як за складом так і за властивостями від природного газу.

Таблиця 1

Вихід біогазу при зброджуванні відходів сільського господарства

Вид тварин	Кількість біогазу на 1 м <sup>3</sup> об'єму реактору, м <sup>3</sup> /добу	Кількість біогазу на 1 голову, м <sup>3</sup> /добу	Кількість біогазу на 1 м <sup>3</sup> (1 т) біомаси, м <sup>3</sup>	Кількість біогазу на 1 кг внесеної органічної речовини, м <sup>3</sup>
ВРХ	0,5-2	0,6-1,5	15-25	0,2-0,45
Свині	0,5-2	0,8-1,8	25-35	0,3-0,5
Птахи	0,5-2	0,1-0,4	400-700	0,5-0,6

Джерело: сформовано авторами на основі [3]

Таблиця 2

Основні характеристики біогазу

Характеристики	Показники
Запас енергії в 1 м <sup>3</sup> біогазу	6-6,5 кВт
Теплотворна здатність	4500-6300 ккал /м <sup>3</sup>
Щільність біогазу	1,16-1,27 кг /м <sup>3</sup>
Температура загоряння	650-750 С
Тиск біогазу в реакторі	0,05 атм.
Тиск біогазу перед споживанням	піднімається допитомого

Джерело: систематизовано авторами на основі [4]

Як зазначає Федуняк І. О., виробництво біогазу дає змогу запобігти викидам метану в атмосферу, який впливає на парниковий ефект у 21 разів сильніше, ніж CO<sub>2</sub>, і знаходиться в атмосфері близько 12 років. «Захват» метану – кращий короткостроковий спосіб запобігання глобальному потеплінню. Перероблений гній, барда й інші відходи застосовуються як добриво в сільському господарстві. Це дозволяє понизити використання хімічних добрив, зменшується навантаження на підземні води [3, с. 46].

Основним джерелом біогазу для господарств населення в сільській місцевості можуть стати саме відходи тваринництва. Незважаючи на військові дії та окупацію значної частини території України поголів'я ВРХ зменшилося на 7% відсотків в порівнянні з 2021 роком в тому числі на 9,5% – в господарствах населення і становило в домогосподарствах в сільській місцевості України 1,249 млн голів (табл. 3). Слід зауважити, що поголів'я майже не зменшилося в західних регіонах держави, що зумовлено меншим впливом військових дій.

Виходячи з даних поголів'я свиней в 2022 році спостерігається аналогічна ситуація загальна чисельність зменшилася лише на 4,5% в тому числі в господарствах населення на 9,4% і становила 2,035 млн голів в особистих селянських господарствах з 5,61 млн голів наявного в державі (табл. 4).

Слід зауважити, що занепокоєння населення земної кулі швидкими темами скорочення викопних ресурсів та стрімкою зміною клімату дало поштовх відкриттю значного потенціалу зменшення викидів в атмосферу

парникових газів, що виділяє худоба, шляхом використання енергетичної складової відходів життєдіяльності великої рогатої худоби, свиней та птиці.

Поголів'я свійської птиці незважаючи на військові дії в 2022 році мало тенденцію до незначного зростання а зважаючи на реалії сьогодення є досить позитивним для продовольчої безпеки держави.

Виробництво біогазу на основі потенціалу відходів підприємств АПК в умовах сьогодення та дефіциту енергоресурсів є одним з напрямів як забезпечення енергетичної безпеки держави так і екологічної.

На думку Лутковської С. М. забезпечення екологічної безпеки в умовах сталого розвитку має ґрунтуватися на концепції переробки відходів промисловості та сільського господарства на альтернативні джерела енергії [6, с. 1131].

Як зазначає Калетнік Г. М. загальний потенціал виробництва біоенергії з 10 млн га земельних угідь держави може становити понад 28,99 млн т. н.е. [7, с. 11].

Дослідження вчених свідчать, що вихід біогазу з 1 тону посліду птиці становить 660 м<sup>3</sup>/тони [8].

Отже, з виходу посліду 120 гр/добу найбільш привабливим для виробництва біогазу є використання пташиного посліду для виробництва біогазу, чому сприяє і велика чисельність свійської птиці в ОСГ України. Виходячи з рівня утворення відходів продукції тваринництва та теоретичних обсягів виходу біогазу за рахунок переробки можна отримати майже 4,2 млрд м<sup>3</sup> в тому числі ха рахунок переробки посліду птахів майже 3,5 млрд м<sup>3</sup>.

Таблиця 3

Кількість корів на 01 січня 2023 по регіонах, тис. голів

	Господарства усіх категорій			Господарства населення		
	2022	2021	2022 у % до / 2021	2022	2021	2022 у % до 2021
Україна	1555,3	1673,0	93,0	1130,7	1249,1	90,5
Вінницька	104,8	115,3	90,9	73,5	84,7	86,8
Волинська	71,8	75,2	95,5	53,4	57,7	92,5
Дніпропетровська	52,2	63,5	82,2	41,2	51,3	80,3
Донецька	23,7	26,0	91,2	14,5	16,4	88,4
Житомирська	92,4	97,8	94,5	69,4	74,3	93,4
Закарпатська	78,1	86,1	90,7	77,1	85,3	90,4
Запорізька	28,6	38,3	74,7	23,4	32,7	71,6
Івано-Франківська	68,4	74,3	92,1	64,0	69,4	92,2
Київська	51,3	53,5	95,9	18,9	21,7	87,1
Кіровоградська	42,7	45,6	93,6	32,4	35,4	91,5
Луганська	16,9	18,8	89,9	12,7	14,0	90,7
Львівська	75,9	84,8	89,5	69,5	77,9	89,2
Миколаївська	43,0	47,4	90,7	36,6	41,3	88,6
Одеська	84,0	85,6	98,1	77,5	78,8	98,4
Полтавська	102,3	107,5	95,2	48,2	53,0	90,9
Рівненська	65,1	65,9	98,8	57,1	58,0	98,4
Сумська	56,7	67,4	84,1	29,5	39,5	74,7
Тернопільська	86,1	85,6	100,6	72,1	72,5	99,4
Харківська	65,1	72,2	90,2	32,0	39,9	80,2
Херсонська	37,0	43,4	85,3	30,5	37,5	81,3
Хмельницька	123,1	123,3	99,8	95,7	97,3	98,4
Черкаська	61,6	65,6	93,9	19,1	22,5	84,9
Чернівецька	46,3	47,8	96,9	43,9	45,6	96,3
Чернігівська	78,2	82,1	95,2	38,5	42,4	90,8

Джерело: сформовано авторами на основі [5]

Таблиця 4

## Кількість свиней станом на 01 січня по регіонах, тис. голів

	Господарства усіх категорій			Господарства населення		
	2022	2021	2022 у % до 2021	2022	2021	2022 у % до 2021
Україна	5611,9	5876,2	95,5	2035,2	2246,7	90,6
Вінницька	203,0	240,2	84,5	119,3	138,6	86,1
Волинська	241,1	250,8	96,1	179,8	184,5	97,5
Дніпропетровська	296,6	332,0	89,3	60,4	63,1	95,7
Донецька	406,6	484,3	84,0	27,7	29,3	94,5
Житомирська	117,7	136,8	86,0	66,4	73,9	89,9
Закарпатська	221,2	252,2	87,7	195,4	226,5	86,3
Запорізька	126,6	176,9	71,6	48,8	56,2	86,8
Івано-Франківська	287,5	306,1	93,9	85,4	89,0	96,0
Київська	639,1	555,4	115,1	71,3	76,8	92,8
Кіровоградська	195,9	203,8	96,1	58,2	66,8	87,1
Луганська	41,0	46,0	89,1	17,4	18,8	92,6
Львівська	435,3	362,7	120,0	122,6	130,8	93,7
Миколаївська	67,6	72,6	93,1	33,4	37,6	88,8
Одеська	125,7	133,1	94,4	55,8	61,7	90,4
Полтавська	318,8	321,9	99,0	55,7	74,0	75,3
Рівненська	219,5	226,2	97,0	196,5	202,9	96,8
Сумська	88,5	103,7	85,3	40,7	48,6	83,7
Тернопільська	387,3	354,3	109,3	150,4	161,0	93,4
Харківська	157,1	192,7	81,5	40,0	60,6	66,0
Херсонська	52,6	99,0	53,1	18,0	22,6	79,6
Хмельницька	357,4	324,4	110,2	131,3	143,4	91,6
Черкаська	327,9	346,6	94,6	118,8	126,7	93,8
Чернівецька	107,7	146,4	73,6	80,0	84,0	95,2
Чернігівська	190,2	208,1	91,4	61,9	69,3	89,3

Джерело: сформовано авторами на основі [5]

Попередні дослідження також свідчать, що виходячи з оцінки сировинного потенціалу АПК можна констатувати, що основною сировинною для виробництва біогазу доцільно вважати саме відходи тваринництва та переробних підприємств. Післяжнивні рештки можуть використовуватися в процесі виробництва як додаткова складова та мати позитивний вплив на утворення дигестату [9, с. 18].

Вартість малих біогазових установок коливається від 15 до 30 тисяч гривень залежно від комплектації. Проте основні витрати полягають для ОСГ в необхідності додаткових затрат на купівлю обладнання для зберігання виробленої продукції (спеціалізовані балони). Проте слід зауважити що субсидування населення в розрахунку на 1 домогосподарство від держави коливається в межах 15–20 тисяч гривень на рік. А спрямування даних коштів на закупівлю відповідних установок для ОСГ, які зацікавлені у виробництві біогазу дасть можливість не лише зменшити енергонезалежність сільських територій, а й дати поштовх розвитку виробництва біогазових установок, що створить додаткові робочі місця в промисловості.

Використання суміші відходів продукції тваринництва і рослинництва ОСГ дасть можливість не лише забезпечити дані формування гарячим тепловодопостачанням, а й органічним добривом – дигестатом.

Використання наявного потенціалу дасть можливість виробити понад 4,2 млрд м<sup>3</sup> біометану для само-

забезпечення особистих селянських господарств гарячим водопостачання та органічне добриво (дигестат) для удобрення присадибних ділянок. З метою популяризації серед населення даного виду виробництва доцільно спрямовувати дотації з державного бюджету на закупівлю відповідного обладнання особистими селянськими господарствами.

**Висновки.** Розвиток виробництва біогазу з використанням сировинного потенціалу особистих селянських господарств має стати стратегічним пріоритетом післявоєнної відбудови держави. Запропоновані заходи дадуть можливість:

- досягти енергетичної незалежності особистих селянських господарств;
- зменшити закупівлю природного газу;
- створити додаткові робочі місця в сфері виробництва біогазового обладнання;
- покращити екологічний стан навколишнього середовища;
- знизити обсяг викидів парникових газів;
- забезпечити аграрний сектор органічними добривами.

Основним стримуючим фактором для розвитку біогазового виробництва в ОСГ є насамперед висока вартість відповідних установок та супутнього обладнання (тара для зберігання). При реалізації програм державного дотування зацікавлених домогосподарств можливо досягти вирішення питань їх енергонезалежності в короткостроковій перспективі.

Таблиця 5

## Кількість птиці свійської станом на 01 січня по регіонах, тис. голів

	Господарства усіх категорій			Господарства населення		
	2022	2021	2022 у % до 2021	2022	2021	2022 у % до 2021
Україна	202243,1	200651,9	100,8	88764,2	90914,9	97,6
Вінницька	38064,2	33619,3	113,2	7684,6	7821,3	98,3
Волинська	7947,0	7989,1	99,5	2741,7	2817,8	97,3
Дніпропетровська	20687,1	19589,1	105,6	3746,5	4011,8	93,4
Донецька	4089,2	4374,7	93,5	2055,9	2086,2	98,5
Житомирська	7121,9	7205,2	98,8	6576,4	6655,2	98,8
Закарпатська	3470,0	3651,9	95,0	3333,9	3541,9	94,1
Запорізька	2622,0	3887,1	67,5	1755,3	1948,3	90,1
Івано-Франківська	4045,5	4300,3	94,1	2960,0	2990,0	99,0
Київська	22440,5	23525,3	95,4	8856,3	9182,8	96,4
Кіровоградська	4501,5	4711,6	95,5	к	к	к
Луганська	838,9	849,3	98,8	к	к	к
Львівська	11576,9	10305,8	112,3	5800,7	5720,5	101,4
Миколаївська	1994,7	1957,1	101,9	1625,6	1690,7	96,1
Одеська	1852,9	2210,7	83,8	1779,9	2078,8	85,6
Полтавська	5225,3	4663,0	112,1	3210,3	3108,5	103,3
Рівненська	7285,9	7464,4	97,6	5136,6	5129,5	100,1
Сумська	4634,0	4577,0	101,2	3405,0	3345,3	101,8
Тернопільська	5208,3	5376,3	96,9	3107,4	3167,4	98,1
Харківська	6262,0	6674,9	93,8	4780,0	4779,0	100,0
Херсонська	4033,2	5318,9	75,8	1889,2	1955,7	96,6
Хмельницька	6213,3	6649,1	93,4	2477,3	2660,2	93,1
Черкаська	25423,8	24996,4	101,7	5175,0	5211,7	99,3
Чернівецька	3315,3	3357,5	98,7	2505,2	2519,0	99,5
Чернігівська	3389,7	3397,9	99,8	3081,0	3178,0	96,9

Джерело: сформовано авторами на основі [5]

Таблиця 6

## Теоретичний обсяг виробництва біогазу з продукції тваринництва ОСГ в Україні

Вид тварин	Середній вихід біогазу на 1 голову, м <sup>3</sup> /добу	Поголів'я, тис. голів в 2022 р.	Орієнтовний вихід біогазу, м <sup>3</sup>	В перерахунку на природний газ м <sup>3</sup>
ВРХ	0,8	1130,7	330164400	198098640
Свині	1,1	2035,2	817132800	490279680
Птахи	0,18	88764,2	5831807940	3499084764

Джерело: систематизовано авторами на основі [3; 5]

## Література:

- Калетнік Г. М. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств АПК в рамках виконання енергетичної стратегії України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. 104. С. 90–98. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-4\(104\)-10](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-4(104)-10).
- 6 екологічних ефектів реалізації біогазових проєктів. URL: <https://ecolog-ua.com/news/6-ekologichnyh-efektiv-realizaciyi-biogazovuyh-proyektiv>
- Федуняк І. О. Ефективність виробництва біогазу в Україні Наукові записки Національного університету «Острозька академія». *Серія «Економіка»*. 2014. Випуск 26. С. 45–49.
- Юрчук Н. П. Моделювання оцінки конкурентоспроможності застосування біогазових установок в системі енергозабезпечення сільських територій. *Ефективна економіка*. 2018. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6671>. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2018.11.68>.
- Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 21.02.2023).
- Lutkovska S. M., Kaletnik G. M. Strategic Priorities of the System Modernization Environmental Safety under Sustainable Development. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Fall, 5 (45). Volume XI. P. 1124–1136.
- Калетнік Г. М., Гончарук І. В. Економічні розрахунки потенціалу виробництва відновлювальної біоенергії у формуванні енергетичної незалежності агропромислового комплексу. *Економіка АПК*. 2020. № 9. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.32317/221-1055.202009006.3>.
- Який потенціал вітчизняної галузі птахівництва у виробництві біогазу. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/yakij-potenczial-vitchyznyanoi-galuzi-ptahivnyctva-u-vyrobnyctvi-biogazu>.
- Зеленчук Н. В. Оцінка сировинного потенціалу АПК для виробництва біогазу. *Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут»*. 2022. № 23. С. 15–19 DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.23.2022.264623>.

**References:**

1. Kaletnik G. M. (2019). Prospects for increasing the energy autonomy of agricultural enterprises in the implementation of the energy strategy of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*. vol. 4, 104, pp. 90–98.
2. 6 ekolohichnykh effektiv realizatsii biohazovykh proektiv. Available at: <https://ecolog-ua.com/news/6-ekologichnyh-efektiv-realizaciyi-biogazovyh-proektiv>.
3. Feduniak I. O. (2014). Efektyvnist vyrobnytstva biohazu v Ukraini [Efficiency of biogas production in Ukraine]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia». Seriia «Ekonomika»*. Vypusk 26, pp. 45–49.
4. Yurchuk, Natalia (2018), “Modeling assessment the of biogas plants competitiveness in the energy supply system of rural areas”, *Efektivna ekonomika*, vol. 11. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6671> (accessed 26 Feb 2023). DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2018.11.68>.
5. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [The State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed Februar 21, 2023).
6. Lutkovska S.M., Kaletnik G.M. (2020). Strategic Priorities of the System Modernization Environmental Safety under Sustainable Development. *Journal of Environmental Management and Tourism*. Fall, 5 (45). Volume XI. P. 1124–1136
7. Kaletnik G. M., Honcharuk I. V. (2020). Ekonomichni rozrakhunky potentsialu vyrobnytstva vidnovliuvanoi bioenerhii u formuvanni enerhetychnoi nezalezhnosti ahropromysloвого kompleksu [Economic calculations of the potential of renewable bio-energy production in the formation of energy independence of the agro-industrial complex]. *Ekonomika APK*, vol. 9, pp. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202009006>.
8. Iakyy potentsial vitchyznianoї haluzi ptakhivnyctva u vyrobnytstvi biohazu [What is the potential of the domestic poultry industry in the production of biogas]. Available at: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/yakyj-potenzial-vitchyznyanoi-galuzi-ptahivnyctva-u-vyrobnyctvi-biogazu/> (accessed Februar 21, 2023).
9. Zelenchuk N. V. (2022). Otsinka syrovynnoho potentsialu APK dlia vyrobnytstva biohazu [Assessment of the raw material potential of agricultural industry for biogas production]. *«Ekonomichniy visnyk NTUU «Kyivskiy politekhnichnyi instytut»*. № 23, pp. 15–19 DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.23.2022.264623>.