

**ЕКОНОМІКА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ  
ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

УДК 620.925:711.437/438

**БІОГАЗ В  
ДОМОГОСПОДАРСТВАХ –  
ЗАПОРУКА  
ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ  
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ  
УКРАЇНИ ©**

**Г.М. КАЛЕТНИК,**  
*доктор економічних наук, професор,  
академік НААН України,*

**Н.Г. ЗДИРКО,**  
*кандидат економічних наук, доцент,*

**В.Ю. ФАБІЯНСЬКА,**  
*кандидат економічних наук, доцент,  
Вінницький національний  
аграрний університет  
(м. Вінниця)*

*У статті окреслено переваги використання домогосподарствами біогазових установок для забезпечення їх енергонезалежності. Здійснено аналітичну оцінку утворення органічних відходів (як потенційної біосировини) у Вінницькій області та їхньої структури. Визначено оптимальний для домогосподарств варіант біогазової установки з відповідними параметрами (вихід біогазу, об'єм реактора). Проведено оцінку результативних показників роботи установки залежно від потреб різних за розміром домогосподарств та спроможності забезпечення їх роботи біосировиною. Узагальнено аналітичні дані щодо особливостей роботи біогазової установки із завантаженням різних варіантів та пропорцій субстрату, а відтак і різним виходом біогазу. Розраховано кількість утримуваних домогосподарством тварин для забезпечення потреби в біосировині, а також термін окупності біогазової установки. Доведено економіко-екологічний ефект упровадження домогосподарствами біогазових установок та внесено пропозиції щодо доцільності здійснення оцінки соціального ефекту.*

**Ключові слова:** біогаз, біогазові установки, домогосподарства, біосировина, сільські території, ефективність, окупність.

**Табл: 5. Рис: 4. Літ: 12.**

**Постановка проблеми.** Високі ціни на традиційні енергетичні ресурси спонукають домогосподарства України до постійного пошуку можливостей як економії енергоресурсів, так і використання нових їх видів, зокрема відновлюваних. Найбільш широко із відновлюваних видів енергії у сільській місцевості використовується теплова енергія деревної біомаси шляхом прямого її спалювання у твердопаливних котлах та печах з метою обігріву приміщень, приготування їжі та нагріву води. Однак аналіз світового досвіду дає змогу стверджувати про стрімкий розвиток біогазових технологій, які широко використовуються не лише у промислових масштабах, але і на рівні домогосподарств.

© Г.М. КАЛЕТНИК, Н.Г. ЗДИРКО, В.Ю. ФАБІЯНСЬКА, 2018

Переваги використання індивідуальних біогазових установок у сільській місцевості є незаперечними, що підтверджується досвідом країн, які впровадили біогазові технології. Серед цих країн - Китай, Данія, Австрія, Швеція, Німеччина, Чехія та багато інших. Так у Китаї для вироблення біогазу встановлено близько 28 млн біогазових установок, які виробляють 18 млрд куб. м біогазу за рік, в Індії – 3,8 млн біогазових установок, у Німеччині – 8 тис., сотні їх у Голландії, Канаді, Росії, Білорусі, Киргизстані, Казахстані. В Україні – лише 11 біогазових установок [1].

В Україні відзначається неефективне та неекономне використання енергоносіїв. Так площа Франції – 675 тис. км<sup>2</sup>, України – 604 тис. км<sup>2</sup>, населення, відповідно, 65 млн чол. і 46 млн чол. (в 1,5 разу менше), а газу населення України споживає в чотири рази більше. Українцям поряд зі збільшенням виробництва необхідно дбати про ефективне використання енергоносіїв. Це стосується не тільки газу, а й дизельного пального, витрати якого в розрахунку на 1 га ріллі чи на 1 гол. худоби у 1,5-2 рази вищі, ніж у розвинутих державах. Потрібні новітні, альтернативні технології, відповідні культура і державна політика в цій справі [1]. Саме тому питання забезпечення енергонезалежності України сьогодні є особливо гострими.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження світових і вітчизняних тенденцій розвитку біоенергетики в цілому та виробництва біогазу з різних видів сировини проводили такі вчені як, Гелетуха Г.Г., Дичко А.О., Калетнік Г.М. [2], Любін М.В. [7], Маменко О.М., Мітков Б.В., Ратушняк Г.С., Роїк М.В., Сокрут О.В., Ткаченко С.Й., Токарчук Д.М. [7], Уминський С.М., Цуркан О.В. [7], Чернявський С.Є. та інші. Однак відкритими та недостатньо дослідженими залишаються питання забезпечення енергонезалежності сільських територій через використання домогосподарствами біогазових установок.

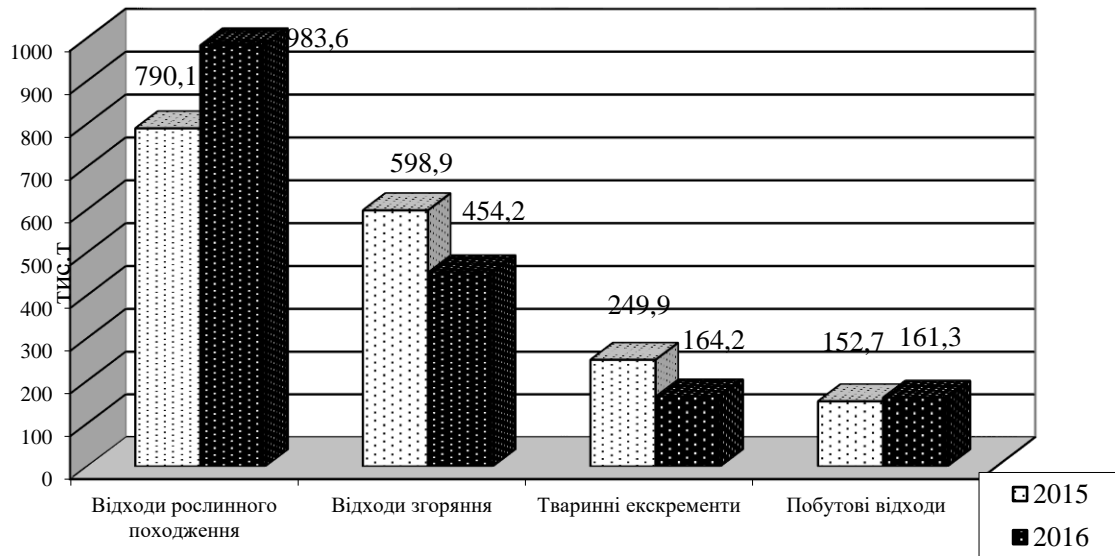
**Формулювання цілей статті** є обґрунтування доцільності, необхідності та можливості використання домогосподарствами індивідуальних біогазових установок, що дозволяє створювати системи самозабезпечення енергетичними ресурсами сільських територій України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розвиток людства можливий тільки за умови залучення нових видів енергозберігаючих біотехнологій і сировини, зокрема, відновлюваних джерел енергії, що можуть використовуватись більш, ніж в десяти галузях економіки. Саме розвиток біоенергетичної галузі в цілому й ринку біопалив зокрема відкриває Україні унікальний шанс – шлях до енергетичної та екологічно-продовольчої безпеки [2, с. 11].

Найбільш ефективним і універсальним енергоносієм з усіх біологічних видів палива є біогаз, який отримують з відтворюваної сировини і органічних відходів. Біогаз є горючою газовою сумішшю, яку отримують у процесі природного розкладання шляхом метанового бродіння біосировини.

З огляду на те, що стрімко зростає кількість органічних відходів, виробництво біогазу вирішує проблему утилізації відходів, тим самим запобігаючи викидам метану в навколишнє середовище, дозволяє зменшити використання хімічних добрив і запобігає забрудненню ґрунтових вод.

Наведемо дані щодо утворення основних груп небезпечних відходів за 2015-2016 роки по Вінницькій області (рис. 1).

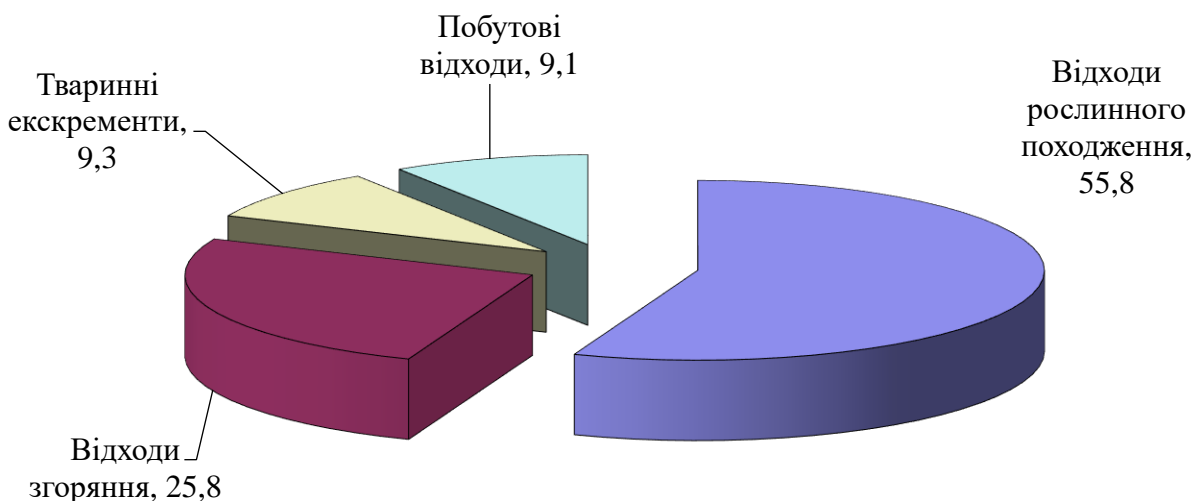


**Рис. 1. Зміни щодо утворення основних груп небезпечних відходів за 2015-2016 роки по Вінницькій області, тис.т**

*Джерело: сформовано авторами за джерелом [3]*

Протягом 2016 року на підприємствах області утворилось 1927,5 тис.т відходів I-IV класів небезпеки, в тому числі I-III класів небезпеки – 627,4 т. Із загальної кількості спалено відходів 53,6 тис.т, утилізовано – 343,4 тис.т та передано іншим підприємствам – 1354,7 тис.т [3].

Із загального обсягу утворених відходів I-IV класів 6,9% – відходи домогосподарств, 93,1% – відходи від економічної діяльності. Структура відходів у Вінницькій області у 2016 році наведена на рис. 2.



**Рис. 2. Структура відходів у Вінницькій області у 2016 році, %**

*Джерело: сформовано авторами за джерелом [3]*

За основними групами небезпечних відходів у 2016 році найбільшу питому вагу у загальних обсягах утворених відходів становили відходи рослинного походження – 983,6 тис.т (у 2015 році – 790,1 тис.т; відходи згоряння – 454,2 тис.т (у 2015 році – 598,9 тис.т); тваринні екскременти, сеча та гній – 164,2 тис.т (у 2015 році – 249,9 тис.т); побутові та подібні відходи – 161,3 тис.т (у 2015 році – 152,7 тис.т) [3].

Утворення відходів усіх класів небезпеки у розрахунку на одну особу склало 1,2 т, а на 1 км<sup>2</sup> – 60,0 т. Обсяги утилізації відходів у Вінницькій області у 2016 році наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Обсяги утилізації основних типів відходів у Вінницькій області  
за 2016 р., тис. т**

Види відходів	Утворено	Утилізовано	Спалено з метою отримання енергії
Відходи рослинного походження	983,6	189,3	52,2
Тваринні екскременти, сеча та гній	164,2	149,2	–

Джерело: [3]

Аналіз статистичних даних табл. 1 показав, що частину відходів рослинного походження (52,2 тис.т) спалено з метою отримання енергії, однак відходи тваринного походження зовсім не використовуються з метою отримання енергії. Саме тому використання біогазових установок на відходах рослинництва та тваринництва є доцільним не тільки для домогосподарств, а й для сільськогосподарських підприємств.

За розрахунками вчених та практиків Україна має стільки тваринницьких органічних відходів, що з них можна щороку одержувати 7 млрд м<sup>3</sup> біогазу і частково відмовитися від імпорту природного блакитного палива, тим самим умовно зекономити 6,5 млрд дол. Не використовуючи їх, держава щодня на вітер викидає 5 млн дол. Для запобігання цьому слід налагодити в країні різномісні біогазові системи для господарств різних розмірів, як це зробили в Китаї та Індії, які, на відміну від України, мають величезні запаси природного газу, але імпортують його, заробляючи гроші, а у себе масово використовують біогаз [1].

Технологія виробництва біогазу передбачає зброджування органічних речовин в реакторі установки, в результаті чого утворені після переробки біологічні добрива мають здатність покращувати фізичні властивості ґрунту, а мінеральні речовини, які входять до його складу, є джерелом енергії для живлення ґрунтових мікроорганізмів. Усе це сприяє підвищенню засвоєння поживних речовин сільськогосподарськими культурами. До позитивних якостей біодобрива можна віднести наявність у його складі органічних речовин, здатних збільшувати проникність і гігроскопічність ґрунту, що запобігає його ерозії та покращує ґрунтові умови. Наявність органічних речовин є основою для розвитку мікроорганізмів, які перетворюють поживні речовини ґрунту у легкозасвоювану для рослин форму.

З метою ефективної роботи бактерій в реакторі підтримується певна температура. Залежно від обраного технологічного процесу існують три температурні режими роботи біогазових установок:

- 1) психрофільний – підтримується робоча температура до 25 °С;
- 2) мезофільний – підтримується робоча температура 25-40 °С;

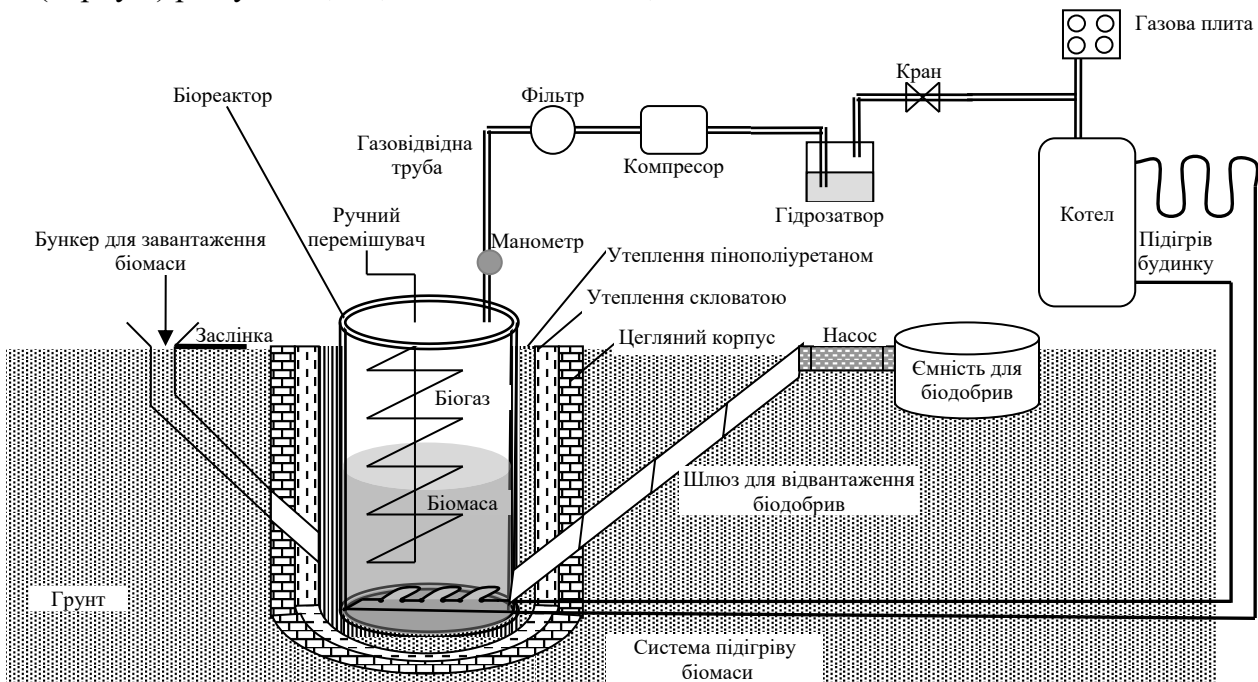
3) термофільний – підтримується робоча температура понад 40 °С.

Домогосподарствам України, враховуючи природно-кліматичні умови та виходячи з потреб виробництва біогазу, доцільно використовувати біогазові установки з термофільним режимом роботи.

Оскільки завданнями дослідження є забезпечення енергонезалежності домогосподарства (обігрів будинку, приготування їжі, нагрів води для побутових та господарських потреб) незалежно від пори року, вважаємо, що оптимальним (за потребами, за виходом газу, за наявністю біосировини, за фінансовою спроможністю) для використання у домогосподарствах є біогазова установка об'ємом реактора 5 м<sup>3</sup>.

Для домогосподарств пропонується мініустановка з можливістю безперервного ручного завантаження біосировини та ручним перемішуванням, вихід біогазу якої становить 12 м<sup>3</sup> при температурі 55 °С. Отриманий біогаз містить від 65% метану (СН<sub>4</sub>) та 35% вуглекислого газу (СО<sub>2</sub>) (рис. 3).

З метою зменшення тепловтрат (особливо в опалювальний період) вважаємо за доцільне розмістити установку у вбудованому в ґрунті цегляному бункері (корпусі) радіусом 2,0-2,1 м та глибиною 2,2 м.



**Рис. 3. Принципова схема роботи біогазової установки в домогосподарстві**

*Джерело: побудовано авторами*

У результаті числового моделювання із визначення тепловтрат у разі різного розміщення та з різним утепленням біогазових установок встановлено, що під час розміщення біогазової установки в ґрунті тепловтрати в навколишнє середовище зменшуються на 26 % [4, с. 87]. Для регулювання інтенсивності роботи встановлюється ручний вертикальний перемішувач.

Для забезпечення довготривалої роботи біоустановки бетон має бути сульфатостійкий, стійкий до лужної корозії; з мінімальним класом за міцністю С35/45; з мінімальною витратою цементу 360 кг/м<sup>3</sup>; з максимальним водоцементним відношенням – 0,45 та водонепроникністю не нижче W8.

Після розведення сировини до отримання однорідної маси потрібної вологості її завантажують в реактор, який заповнюється не більше, ніж на 2/3 внутрішнього об'єму. Об'єм реактора, що залишився, використовується для накопичення біогазу. Для забезпечення контролю тиску всередині ємності та безпеки експлуатації, необхідно встановити манометр. Крім того, варто передбачити монтаж запобіжного клапана, який забезпечить скидання надлишку газу при підвищенні тиску всередині ємності вище нормованих значень [7].

Важливий фактор, що впливає на продуктивність реактора, це температура органічної маси. З метою безперервного отримання біогазу протягом року, необхідно здійснити облаштування системи обігріву біореактора. Вважаємо за доцільне використати таке технологічне рішення, як система трубопроводів з циркулюючою гарячою водою, яка встановлюється на дні конструкції і підключається до опалення.

З метою складання кошторису на біогазову установку в домогосподарстві варто було б внести уточнення щодо вартості окремих її складових.

Для будівництва циліндричного цегляного бункера (радіусом 2,0-2,1 м, глибиною 2,2 м) із урахуванням кладки в 0,5 цегли (товщиною 12 см) та товщиною шва (до 10 мм) необхідно близько 1350 шт цегли загальною вартістю близько 3,6 тис грн. Вартість цементу становитиме близько 0,7 тис. грн. Для кращого збереження тепла вважаємо за необхідне додаткове використання такого теплоізоляційного матеріалу, як скловата, вартість якої становитиме близько 1,2 тис. грн.

Ми пропонуємо теплоізоляцію реактора методом напилення пінополіуретану (0,022 Вт/мк) – теплоізоляційного матеріалу з низьким коефіцієнтом теплопровідності, стійкого до впливу води і агресивних середовищ. Утеплення реактора за допомогою напилення пінополіуретану має такі переваги: утворення монолітного покриття по всій поверхні ємності без швів і щілин; можливість напилювання матеріалу будь-якої товщини; термін служби складає до 50 років; матеріал є екологічно чистим і не підтримує самостійного горіння (група горючості Г3).

Маючи розміри реактора (циліндричної пластикової ємності радіусом 0,93 м, висотою – 2,02 м), знаходимо її площу (17,2 м<sup>2</sup>) для підрахунку вартості утеплення пінополіуретаном, що становить близько 3,0 тис. грн.

Аналіз ринку біогазових мініустановок в Україні свідчить, що ціни на біогазову установку з необхідними для домогосподарства параметрами коливаються від 42 тис. грн (станом на червень 2018 року) [5] до 50 тис. грн [6], що є дорогавартісним для середнього домогосподарства.

Кошторис на виготовлення невеликих біогазових установок складено науковцями Вінницького національного аграрного університету [7, с. 74]. Так у 2012 році ними запропоновано установку з можливістю переробки від 0,3 до 1,5 тонн сировини на добу, об'єми реакторів – від 5 до 25 м<sup>3</sup>. Відповідно до схеми біогазової установки з газгольдером, ручною підготовкою і пневматичним завантаженням та перемішуванням сировини, з підігрівом сировини в реакторі [7, с. 74] у запропонованому кошторисі такої установки вартість її складала 31,68 тис. грн.

Кошторис на будівництво біогазової установки в домогосподарствах наведено у табл. 2.

Отже, загальна вартість біогазової установки складає 28,4 тис. грн, що є доступним для домогосподарств навіть з невисоким рівнем доходу. З метою розрахунку терміну окупності, варто здійснити оцінку витрат в частині забезпечення енергонезалежності домогосподарств.

Оскільки домогосподарства, крім утримання тварин, можуть займатись і рослинництвом, побічною продукцією якого є бур'яни, вважаємо за доцільне розглянути особливості роботи біогазової установки при комплексному завантаженні сировини.

Таблиця 2

**Кошторис на будівництво біогазової установки в домогосподарствах**

№ з/п	Складові біогазової установки	Орієнтовна вартість, тис. грн
1	Біогазова установка	
	Реактор (циліндрична пластикова ємкість)	13,5
	Бункер для завантаження біомаси	0,1
	Фільтр	0,3
	Ручний перемішувач	0,1
	Компресор	1,5
	Манометр	0,2
	Шлюз для завантаження та відвантаження біодобрив (пластикова труба діаметром 50 см)	1,3
	Насос	2,0
	Пластикові труби для системи підігріву біомаси (діаметром 32 мм)	0,4
	Газовідвідна труба	0,2
	Гідрозатвор	0,1
	Кран	0,2
2	Будівництво цегляного бункера	
	Цегла	3,6
	Цемент	0,7
3	Утеплення установки	
	Скловата	1,2
	Пінополіуретан	3,0
	<b>Разом</b>	<b>28,4</b>

*Джерело: узагальнено авторами*

За дослідженнями вчених та практиків Роїка М.В., Ганженко О.М. та Тимошука В.Л. найбільш перспективними культурами, сировина яких може використовуватись для отримання біогазу в Україні, є цукрове сорго (вихід біогазу 17,6 тис. м<sup>3</sup>/га), кукурудза на силос (16,0 тис. м<sup>3</sup>/га), цукрові (10,9 тис. м<sup>3</sup>/га) та кормові (10,8 тис. м<sup>3</sup>/га) буряки [8, с. 6].

Широкого використання за кордоном в якості біосировини набула кукурудза на силос. Великі обсяги виробництва біогазу та біометану стали наслідком додаткового використання як сировини спеціально вирощених рослинних культур, переважно кукурудзи на силос. Наприклад, у Німеччині для цих цілей задіяли близько 1 млн га, що становить 8,3% від загальної площі орних земель [9, с. 234].

Перш, ніж приймати рішення щодо будівництва біогазової установки власними силами, вважаємо за необхідне здійснити планування потреби біогазу, а також необхідної кількості утримуваних в домогосподарстві тварин та рослинної сировини.

Здійснюючи розрахунки щодо планування потреби сировини для ефективної роботи біогазової установки в домогосподарстві (табл. 3), виходимо з того, що 1 м<sup>3</sup> біогазу еквівалентний за теплотворною здатністю 0,65 м<sup>3</sup> природного газу. Результати дослідження в частині витрат природного газу в домогосподарствах в опалювальний період свідчать, що населення здійснює опалення тільки частини будинку, де витрати природного газу досягають за 1 місяць 3,8-4,0 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> площі будинку.

Передбачається забезпечувати повну енергонезалежність домогосподарства (опалення, підігрів води, збереження температурного режиму біогазової установки), яке складається з 4-5 осіб за рахунок використання біогазової установки об'ємом реактора 5 м<sup>3</sup>.

У зв'язку з тим, що енергетична цінність гною різних видів тварин не однакова, то і вихід біогазу також відрізняється. Вихід СН<sub>4</sub> з гною свинячого становить 0,54 м<sup>3</sup>/кг, з гною ВРХ – 0,28 м<sup>3</sup>/кг, з пташинного посліду – 0,41 м<sup>3</sup>/кг; при використанні силосних відходів – 0,22 м<sup>3</sup>/кг, соломи – 0,3 м<sup>3</sup>/кг, трави – 0,44 м<sup>3</sup>/кг, стебел кукурудзи – 0,4 м<sup>3</sup>/кг [6, с. 215].

В опалювальний сезон передбачається використовувати силосні відходи, гній свиней, гній ВРХ та пташиний послід (вихід біогазу при змішуванні біосировини (за власними дослідженнями) становить 0,37 м<sup>3</sup>/кг), а в літній період більше буде використовуватись зелена маса кукурудзи, бур'яни, гній свиней, гній ВРХ та пташиний послід (вихід біогазу при змішуванні біосировини становить 0,41 м<sup>3</sup>/кг).

Таблиця 3

**Планування потреби сировини для ефективної роботи біогазової установки в домогосподарстві (об'ємом реактора 5 м<sup>3</sup>)**

Площа будинку площа, м <sup>2</sup>	Опалювана площа, м <sup>2</sup>	Період	Потреба природного газу, м <sup>3</sup> /місяць	Потреба біогазу, м <sup>3</sup> /місяць	Потреба біогазу, м <sup>3</sup> /добу	Вихід біогазу, м <sup>3</sup> /кг	Потреба сировини, кг/добу
60	40	Опалювальний період	152-160	233,8-246,2	7,8-8,2	0,37	21,1-22,2
	-	Міжопалювальний період	20	30,8	1,0	0,41	2,5
80	50	Опалювальний період	190-200	292,3-307,7	9,7-10,3	0,37	26,3-27,7
	-	Міжопалювальний період	20	30,8	1,0	0,41	2,5-2,8
100	60	Опалювальний період	228-240	350,8-369,2	11,7-12,3	0,37	31,6-33,3
	-	Міжопалювальний період	20	30,8	1,0	0,41	2,5-2,8

Джерело: розраховано авторами



Оцінюючи табл. 3, бачимо, що біогазова установка об'ємом реактора 5 м<sup>3</sup> в змозі забезпечити задоволення потреб домогосподарства в опалювальний сезон з площею будинку до 100 м<sup>2</sup>.

Оскільки вихід біогазу становить 12 м<sup>3</sup> на добу, здійснивши перерахунок добової потреби біогазу (в залежності від сезонності) нами визначено, що для забезпечення домогосподарства біогазом протягом року потрібно мати запас біосировини від 21,1 до 33,3 кг/добу (залежно від площі будинку).

Визначимо мінімальну кількість утримуваних в домогосподарстві тварин та рослинної сировини для роботи біогазової установки.

Вважається, що за добу вихід екскрементів може становити: великої рогатої худоби – 8-10 %, свиней – 6-8 % від їх живої маси. В абсолютних величинах добовий вихід екскрементів від однієї голови корови сягає 40-55 кг, однієї свині - 8-10 кг. При цьому вологість екскрементів великої рогатої худоби становить 85-92 %, а свиней – 86-91 % [10; 11].

Встановлено, що за добу від кожних 100 голів птахів утворюється 25 кг посліду з вологістю 56-60 % [10, с. 21].

Взявши мінімальні значення виходу екскрементів, вважаємо за доцільне розрахувати кількість тварин лише для забезпечення роботи біогазової установки на відходах тваринництва в опалювальний період, оскільки зрозуміло, що за таких умов в літній період біогазу вистачатиме з надлишком, а додавання відходів рослинництва сприятиме збільшенню його виходу.

Відповідно до вищенаведених даних розглянемо два варіанти: I варіант – можливість утримання домогосподарством ВРХ та птиці; II варіант – можливість утримання домогосподарством свиней та птиці (табл. 4).

Таблиця 4

**Розрахунок кількості утримуваних тварин для забезпечення роботи біогазової установки (комплексно) в домогосподарстві**

Площа будинку, м <sup>2</sup>	Необхідна сировина, кг/добу	Кількість голів, при виході сировини з 1 голови (мінімальне значення)			
		I варіант		II варіант	
		ВРХ (40 кг/добу)	Птахів (0,25 кг/добу)	Свиней (8 кг/добу)	Птахів (0,25 кг/добу)
60	21,1-22,2	1	5	3	10
80	26,3-27,7	1	10	4	20
100	31,6-33,3	1	10	5	20

Джерело: розраховано авторами

Отже, бачимо, що для забезпечення роботи біогазової установки об'ємом біореактора 5 м<sup>3</sup> та виходом біогазу 12 м<sup>3</sup> достатньо буде утримувати: за I варіантом – одну голову ВРХ та хоча б 10 птахів; за II варіантом – п'ять свиней та 20 птахів.

Запропонована біогазова установка повністю задовольняє поставлені задачі щодо забезпечення енергонезалежності домогосподарства, тому варто було б здійснити розрахунок терміну її окупності (табл. 5).

Оцінюючи дані в табл. 5, можна дійти висновку, що термін окупності біогазової установки коливається від 2,6 до 3,8 років. Варто зазначити, що із

врахуваннями забезпечення домогосподарства власним біодобривом немає потреби в купівлі добрив, що, звичайно, становить економію та, відповідно, зменшує термін окупності установки.

Біогазові установки – це одночасне вирішення не лише проблем агрохімії та енергетики, але й поліпшення загальної екологічної обстановки та соціальних умов мешканців села [10, с. 23].

Таблиця 5

**Розрахунок терміну окупності біогазової установки в домогосподарстві**

Площа / опалювана площа, м <sup>2</sup>	Період	Потреба природного газу, м <sup>3</sup> /місяць	Потреба газу, м <sup>3</sup> /рік	Вартість газу (6,95 грн/м <sup>3</sup> ), грн	Разом витрат за рік, грн	Термін окупності, років
60/40	Опалювальний період (6 міс)	160	960	6672	7506,0	28400/7506,0=3,8
	Міжопалювальний період (6 міс)	20	120	834		
80/50	Опалювальний період (6 міс)	200	1200	8340	9174,0	28400/9174,0=3,1
	Міжопалювальний період (6 міс)	20	120	834		
100/60	Опалювальний період (6 міс)	240	1440	10008	10842,0	28400/10842,0=2,6
	Міжопалювальний період (6 міс)	20	120	834		

Джерело: розраховано авторами

Загострення світової економічної кризи, яка не оминула й Україну, зменшення запасів традиційних, природних енергоносіїв, загострення екологічних проблем примушує людство вишукувати альтернативні паливно-енергетичні ресурси. Використання альтернативних видів палива забезпечить розв'язання проблеми залежності від потреб нафтових палив та природного газу. Україна володіє великим запасом нетрадиційних джерел енергії на основі рослинних залишків, а також біологічних відходів тваринництва – це в першу чергу, гній великої рогатої худоби, свиней та пташиного посліду. На сьогодні потенціал їх використання залишається на низькому рівні. Враховуючи постійне зростання цін на природний газ, одним із способів розв'язання даної проблеми є використання біогазових технологій, суть яких полягає в переробці біологічних відходів в реакторі біогазової установки, в якій відбувається переробка суміші рослинних відходів та гноїв з одержанням горючого біогазу і високоякісних органічних добрив [6, с. 215].

Крім досягнення домогосподарствами очевидного еколого-економічного ефекту, вважаємо за доцільне враховувати соціальний ефект, який полягає у покращенні здоров'я населення та розширенні можливостей населення сільських територій щодо забезпечення домогосподарства відповідними благами (рис. 4).



**Рис. 4. Ефективність впровадження біогазових установок домогосподарствами сільських територій**

*Джерело: узагальнено авторами з використанням [6; 12]*

Отже, до позитивних сторін впровадження біогазових технологій можна віднести як економіко-екологічні, так і соціальні аспекти: утилізацію відходів тваринництва та рослинництва, знезараження гною, виробництво екологічно чистих органічних добрив, енергозабезпечення сільських територій, зайнятість населення, розвиток тваринництва, економію коштів на газифікацію села.

**Висновки.** Таким чином, впровадження біогазових установок, що працюють на відходах рослинництва та тваринництва в домогосподарствах України, є актуальним і економічно доцільним. Біогазові установки з переробки гною тварин є найпростішими і набули широкого застосування в усьому світі. Використання біогазових установок не лише сприяє вирішенню проблем агрохімії, землеробства та енергетики. Вважаємо, що впровадження біогазових установок в домогосподарствах (а також і в сільськогосподарських підприємствах) дозволить у майбутньому досягнути енергонезалежності сільських територій і України в цілому.

### Список використаної літератури

1. Чернявський С. Є. Біогазові системи та їх використання у сільгоспвиробництві / С. Є. Чернявський, В. І. Халак, О. І. Стадницька, Л. В. Ференц. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8389-biohazovi-systemy-ta-ikh-vykorystannia-u-silhospyrobnytstvi.html>.
2. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні / Г.М. Калетнік // Біоенергетика. – 2013. – №1. – С. 11-16.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області за 2016 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/timeline/Zviti.html>.
4. Ратушняк Г. С. Моделювання тепловтрат з біогазової установки в ході розміщення її в ґрунті / Г. С. Ратушняк, К. В. Анохіна // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 1. – С. 84-88.
5. Біогазові установки. Сайт: Український біопаливний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pelleta.com.ua/biogazovaya-ustanovka-6-5-m3-o37742.html>.
6. Мітков Б. В. Обґрунтування ефективності отримання біогазу з відходів тваринництва / Б. В. Мітков, Т. С. Чорна, В. Б. Мітков // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2012. – Вип. 2, Т. 5. – С. 214-219.
7. Любін М. В. Основи запуску та експлуатаційної біогазових установок для фермерських господарств / М. В. Любін, О. В. Цуркан, Д. М. Токарчук // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Технічні науки. – 2012. – Вип. 10(1). – С. 69-76
8. Роїк М. В. Концепція виробництва біогазу з біоенергетичних рослин в Україні / М. В. Роїк, О. М. Ганженко, В. Л. Тимошук // Біоенергетика. – 2014. – № 2. – С. 6-8.
9. Маменко О. М. Нетрадиційні відновлювані джерела енергії та перспективи виробництва біогазу в умовах тваринницьких комплексів / О. М. Маменко, С. В. Портяник // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. – 2016. – Вип. 32(1). – С. 231-249.
10. Уминський С. М. Продукування біогазу та органічних добрив з відходів агровиробництва / С. М. Уминський, С. М. Інютин // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 11. – С. 19-24.

11. Хом'як О. А. Проблеми утилізації, зберігання, переробки та використання відходів галузі тваринництва в Білоцерківському районі Київської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/1vze/zb\\_m/035\\_zb\\_m\\_1VZE.pdf](http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/1vze/zb_m/035_zb_m_1VZE.pdf).

12. Дичко А. О. Еколого-економічна оцінка технологій отримання біогазу / А.О. Дичко, І.О. Ополінський // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Вип. 4. – С. 88-93.

### Список використаних джерел у транслітерації / References

1. Chernjavs'kij S. Je. Biogazovi systemy ta jikh vykorystannja u siljghospvyrobnyctvi [Biogas systems and their use in agricultural production] / S. Je. Chernjavs'kij, V. I. Khalak, O. I. Stadny'c'ka, L. V. Ferenc. – Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8389-biogazovi-systemy-ta-ikh-vykorystannia-u-siljghospvyrobnyctvi.html>.

2. Kaletnik, G. M. (2013) Rozvytok rynku biopalyv v Ukrajinі [Development of biofuel market in Ukraine]. *Bioenerghetyka. – Bioenergetics.*, 1, 11-16 [in Ukrainian].

3. Dopovidj pro stan navkolyshnjogho pryrodnogho seredovyshha u Vinnyc'kij oblasti za 2016 rik [Report on the state of the environment in the Vinnytsia region for 2016]. Retrieved from: <https://menr.gov.ua/timeline/Zviti.html>.

4. Ratush'njak, G. S. & Anokhina K. V. (2015) Modeljuvannja teplovtrat z biogazovoji ustanovky v khodi rozmishhennja jji v gruntі [Modeling of heat losses from a biogas installation during its placement in the soil]. *Visnyk Khmel'ny'c'kogho nacional'jnogho universytetu. – Bulletin of Khmelnytsky National University*, 1, 84-88 [in Ukrainian].

5. Biogazovi ustanovky [Biogas plants]. Website: Ukrainian Biofuel Portal. Retrieved from: <http://pelleta.com.ua/biogazovaya-ustanovka-6-5-m3-o37742.html> [in Ukrainian]

6. Mitkov B. V., Chorna T. S. & Mitkov V. B. (2012) Obgruntuvannja efektyvnosti otrymmannya biogazu z vidkhodiv tvarynnyctva [Justification of the efficiency of obtaining biogas from animal waste]. *Naukovyj visnyk Tavrijs'kogho derzhavnogho aghrotekhnologhichnogho universytetu. – Scientific bulletin of the Tauride State Agrotechnological University*, 5(2), 214-219 [in Ukrainian].

7. Ljubin M. V., Curkan O. V. & Tokarchuk D. M. (2012) Osnovy zapusku ta ekspluatacijnoji biogazovykh ustanovok dlja fermers'kykh ghospodarstv [Basics of launching and operating biogas plants for farms]. *Zbirnyk naukovykh pracj Vinnyc'kogho nacional'jnogho aghrarnogho universytetu. – Collection of scientific works of Vinnitsa National Agrarian University*, 1, 69-76 [in Ukrainian].

8. Rojik M. V., Ghanzhenko O. M. & V. L. Tymoshuk (2014) Koncep'cija vyrobnyctva biogazu z bioenerghetychnykh roslyn v Ukrajinі [Concept of biogas production from bioenergetic plants in Ukraine]. *Bioenerghetyka – Bioenergetics*, 2, 6-8 [in Ukrainian].

9. Mamenko O. M. & Portjannyk S. V. (2016) Netradycijni vidnovljувani dzherela energhiji ta perspektyvy vyrobnyctva biogazu v umovakh tvarynny'c'kykh kompleksiv [Non-traditional renewable energy sources and prospects for biogas production in livestock systems]. *Problemy zooinzheneriji ta veterynarnoji medycyny – Problems of zoological engineering and veterinary medicine*, 32(1), 231-249 [in Ukrainian].

10. Umyns'kyj S.M. & Injutyn S.M. (2013) Produkuvannja biogazu ta orghanichnykh dobryv z vidkhodiv aghrovyrobnyctva [Production of biogas and organic fertilizers from agricultural waste]. *Tekhnika i tekhnologhiji APK – Machinery and technology of Agroindustrial Complex*, 11, 19-24 [in Ukrainian].

11. Khom'jak O.A. Problemy utylizaciji, zberighannja, pererobky ta vykorystannja vidkhodiv ghaluzi tvarynnyctva v Bilocerkijskomu rajoni Kyjivskoj oblasti [Problems of utilization, storage, processing and utilization of waste in the animal husbandry sector in the Bila Tserkva district of the Kyiv region]. Retrieved from: [http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/1vze/zb\\_m/035\\_zb\\_m\\_1VZE.pdf](http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/1vze/zb_m/035_zb_m_1VZE.pdf). [in Ukrainian]

12. Dychko A.O. & Opolins'kyj I.O. Ekologho-ekonomichna ocinka tekhnologhij otrymannja biogazu [Ecological and economic assessment of biogas production technologies]. *Visnyk Kremenuchukogho nacionaljnogho universytetu imeni Mykhajla Ostrohrads'kogho. – Bulletin of the Kremenchug National University named after Mykhailo Ostrohradsky*, 4, 88-93 [in Ukrainian].

#### ANNOTATION

### **BIOGAS IN HOUSEHOLDS AS THE BASE FOR ENERGY INDEPENDENCE OF THE RURAL AREAS IN UKRAINE**

***KALETNIK Hrygoriy,***

*Doctor of Economic Sciences, Professor,  
Academician of the NAAS of Ukraine,*

***ZDYRKO Nataliya,***

*Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor of the Department of Audit and State Control,*

***FABIYANSKA Victoria,***

*Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor of State Audit and Control Department,  
Vinnytsia National Agrarian University  
(Vinnytsia)*

*The article indicates the advantages of biogas installations usage by households for ensuring their energy independence. Analytical assessment of formation of wastes (as potential biological materials) in Vinnytsia region and their structures is carried out. The optimum option of biogas installation for households with the corresponding parameters (a biogas output, reactor volume) are defined, the assessment of productive indicators of work of installations depending on requirements of households, of difeferent size, and ability of ensuring their work with raw materials materials is carried out. Analytical data on features of work of biogas installations with various options and proportions of a substratum, and various output of biogas is reviewed. The number of the animals for ensuring the need for output materials and also a payback period of biogas installation is calculated. Economical and ecological effect of introduction by households of biogas installations is pfovld and offers on expediency of implementation of assessment of social effect are made.*

**Key words:** biogas, biogas installation, households, bioraw, countryside, efficiency, payback period.

**Tabl.: 5. Fig.: 4. Lit.: 12.**

**АННОТАЦИЯ**  
**БИОГАЗ В ДОМОХОЗЯЙСТВАХ – ЗАЛОГ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОСТИ**  
**СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ УКРАИНЫ**

*КАЛЕТНИК Григорий Николаевич,  
доктор экономических наук, профессор, академик НААНУ,*

*ЗДЫРКО Наталия Григорьевна,  
кандидат экономических наук,  
доцент кафедры аудита и государственного контроля,*

*ФАБИЯНСКАЯ Виктория Ефимовна,  
кандидат экономических наук,  
доцент кафедры аудита и государственного контроля,  
Винницкий национальный аграрный университет  
(г. Винница)*

*В статье обозначены преимущества использования домохозяйствами биогазовых установок для обеспечения их энергонезависимости. Осуществлена аналитическая оценка образования отходов (как потенциального биосырья) в Винницкой области и их структуры. Определен оптимальный для домохозяйств вариант биогазовой установки с соответствующими параметрами (выход биогаза, объем реактора), проведена оценка результативных показателей работы установок в зависимости от потребностей различных по размеру домохозяйств и способности обеспечения их работы на биосырье. Обобщены аналитические данные об особенностях работы биогазовой установки с загрузкой различных вариантов и пропорций субстрата, а затем и различным выходом биогаза. Рассчитано количество содержащихся в домохозяйстве животных для обеспечения потребности в биосырье, а также срок окупаемости биогазовой установки. Доказан экономико-экологический эффект внедрения домохозяйствами биогазовых установок и внесены предложения по целесообразности осуществления оценки социального эффекта.*

**Ключевые слова:** биогаз, биогазовые установки, домохозяйства, биосырье, сельские территории, эффективность, окупаемость.

**Tabl.: 5. Рис.: 4. Лит.: 12.**

**Інформація про авторів**

**КАЛЕТНИК Григорій Миколайович** – доктор економічних наук, професор, академік НААНУ, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: rector@vsau.org).

**ЗДЫРКО Наталія Григорівна** – кандидат економічних наук, доцент кафедри аудиту та державного контролю, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: Natashka26@i.ua).

**ФАБИЯНСЬКА Вікторія Юхимівна** – кандидат економічних наук, доцент кафедри аудиту та державного контролю, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: Viktoriafab@ukr.net).

**KALETNIK Hrygoriy** – Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NASS of Ukraine, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: rector@vsau.org).

**ZDYRKO Nataliya** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Audit and State Control, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: Natashka26@i.ua).

**FABIYANSKA Victoria** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of State Audit and Control Department, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: Viktoriafab@ukr.net).

**КАЛЕТНИК Григорий Николаевич** – доктор экономических наук, профессор, академик НААНУ, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: rector@vsau.org).

**ЗДЫРКО Наталия Григорьевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры аудита и государственного контроля, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: Natashka26@i.ua).

**ФАБИЯНСКАЯ Виктория Ефимовна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры аудита и государственного контроля, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: Viktoriafab@ukr.net).

