

УДК 338.5 663.1.332

**Ю.В. Кернасюк, зав. сектору аграрної економіки та супроводження інноваційних проектів**

*Кіровоградський інститут АПВ УААН*

## Науково-методологічні підходи до визначення собівартості виробництва та економічної ефективності продукції біоенергетичної утилізації гною

В статті наведено результати наукових досліджень пошуку методичних підходів до визначення собівартості та оцінки економічної ефективності виробництва біогазу і біодобрив. Розроблено модель раціонального використання органічних відходів (гною) у тваринництві на основі комплексної його переробки та виробництва електроенергії, тепла, газоподібного палива, органічних біодобрив. Визначено економічну ефективність та окупність біогазової установки за двома методиками.

**собівартість, ефективність, утилізація, біогаз, біодобрива, гній, когенерація**

В Україні тривалий час гній сільськогосподарських тварин використовувався переважно в якості органічного добрива. Лише впродовж останніх років почалося широке впровадження сучасних технологій ефективної його утилізації в спеціальних промислових установках для виробництва біогазу та органічних біодобрив.

У той же час в економічній науці не розроблено чіткої методики обліку і калькулювання витрат та визначення економічної ефективності біоенергетичної утилізації гною, що не дозволяє об'єктивно оцінити результативність використання даних технологій, дослідити їх можливий вплив на розвиток галузі тваринництва.

Аналіз останніх досліджень показав, що в більшості робіт науковці частково висвітлюють дане питання, звертаючи основну увагу на технологічні аспекти використання біогазу та шляхи удосконалення обладнання для його виробництва [1-2], або ж розглядають проблему з позиції оцінювання потенціалу розвитку даного виду поновлювальної енергії на загальнодержавному або регіональному рівні [3-4].

Проте певні спроби вивчення окремих економічних аспектів виробництва біогазу все ж таки можна знайти в публікаціях [5-6]. Однак пропонувані в даних роботах підходи не вирішують в цілому зазначену проблему, що є свідченням актуальності вибраного напрямку досліджень.

Ціль нашої наукової роботи полягає в розробці методичних підходів обліку і калькуляції витрат, що виникають в процесі біоенергетичної утилізації органічних відходів в тваринництві, визначенні економічної ефективності і оцінці впливу його на розвиток галузі скотарства.

Біогазові технології отримали значне розповсюдження в світі. Найбільша кількість біогазових установок розміщена в Китаї і Індії. У Європі зосереджено майже 44 % від їх загальної кількості у світі. У Данії, крім фермерських установок, що обслуговують виробничі потреби тваринництва, широке розповсюдження отримали централізовані біогазові установки, які приймають біомасу від декількох фермерських господарств, а також муніципальних і промислових підприємств. На такому підприємстві передбачено централізоване зберігання гною і переробленої органічної продукції, яка на весні і восени використовується фермерами, як добриво. У Німеччині

працюють близько 400 сільськогосподарських біогазових установок, будуються централізовані біогазові заводи [7].

Незважаючи на наявність вагомих економічних і екологічних аргументів на користь впровадження сучасних технологій біоенергетичної утилізації гною та значної сировинної бази в аграрному секторі, у нашій країні даний напрям не отримав належного розвитку.

Станом на 2008 рік в Україні функціонувало лише чотири біогазових установки промислового типу. Одна на свинофермі „Агро Овен” в с. Єленівка Магдалинівського району Дніпропетровської області, де утримується 20 тис. голів свиней. Ця установка має два реактори загальним об’ємом  $2000 \text{ м}^3$  і дає змогу отримати  $3300 \text{ м}^3/\text{добу}$  біогазу. Два когенераційні блоки установки виробляють 30 кВт теплової і 150 кВт електричної енергії. ТОВ „Зорг Україна” у 2007-2008 роках споруджено три біогазові установки у Харківській, Київській і Херсонській областях. Установки мають потужність близько 0,4-1,0 МВт електричної і теплової енергії. Німецькою компанією EnviTec Biogas AG в Україні на сьогодні ведуться перемови по спорудженню та облаштуванню „під ключ” 3-4 біогазових установок у Харківській, Київській, Полтавській та Кіровоградській областях, призначених для отримання електричної і теплової енергії, а також високоякісних біологічно чистих добрив після переробки біовідходів. Компанія виготовляє та встановлює „під ключ” біогазові установки різної потужності від 500 кВт·год і більше [3].

На перспективу, завдяки використанню сучасних технологій переробки гною та когенераційного обладнання для комбінованого виробництва електроенергії і тепла, тваринництво із найбільш збиткової галузі сільського господарства повинно перетворитися у високоефективний сектор вітчизняної економіки. Адже дана галузь крім основної продукції спроможна давати і побічну. І ця продукція в процесі промислової переробки забезпечує надходження додаткового доходу.

У цілому загальна модель раціонального використання органічних відходів у тваринництві, в основу якої покладено комплексний підхід до організації переробки гною, виробництва електроенергії і тепла та газоподібного палива, може бути представлена наступним чином (рис. 1).

Основними біоенергетичними продуктами першого циклу переробки гною є біогаз та органічні добрива, другого – електроенергія і тепло. За умов відповідного очищення біогаз – це сировина для отримання високооктанового газоподібного палива. Останнє в перспективі може замінити природний газ, а за умов створення великих промислових біогазових станцій – використовуватися навіть в трубопроводах.

З економічної точки зору, біогаз слід вважати продукцією промислової переробки органічних відходів тваринництва, яка може дати додатковий дохід товаровиробнику та сприяти підвищенню економічної ефективності галузі. Це особливо важливо в скотарстві, де проблема збитковості виробництва яловичини є однією із причин її занепаду.

До останнього часу в науковій літературі питання визначення собівартості виробництва біогазу залишалося теоретично та методологічно не розкритим, оскільки сама технологія його отримання протягом тривалого періоду не мала значного промислового значення і широко не використовувалася в Україні.

В останні роки у зв’язку із підвищенням цін на вичопні паливно-енергетичні ресурси суттєво зріс інтерес до використання нетрадиційних джерел енергії. Одним із їх різновидів є біогаз. Останній, за умов призупинення скорочення та нарощування поголів’я тварин, реально може стати відносно недорогою альтернативою природному газу, ціни на який мають тенденцію до значного коливання і в найближчій перспективі за прогнозами лише зростатимуть.

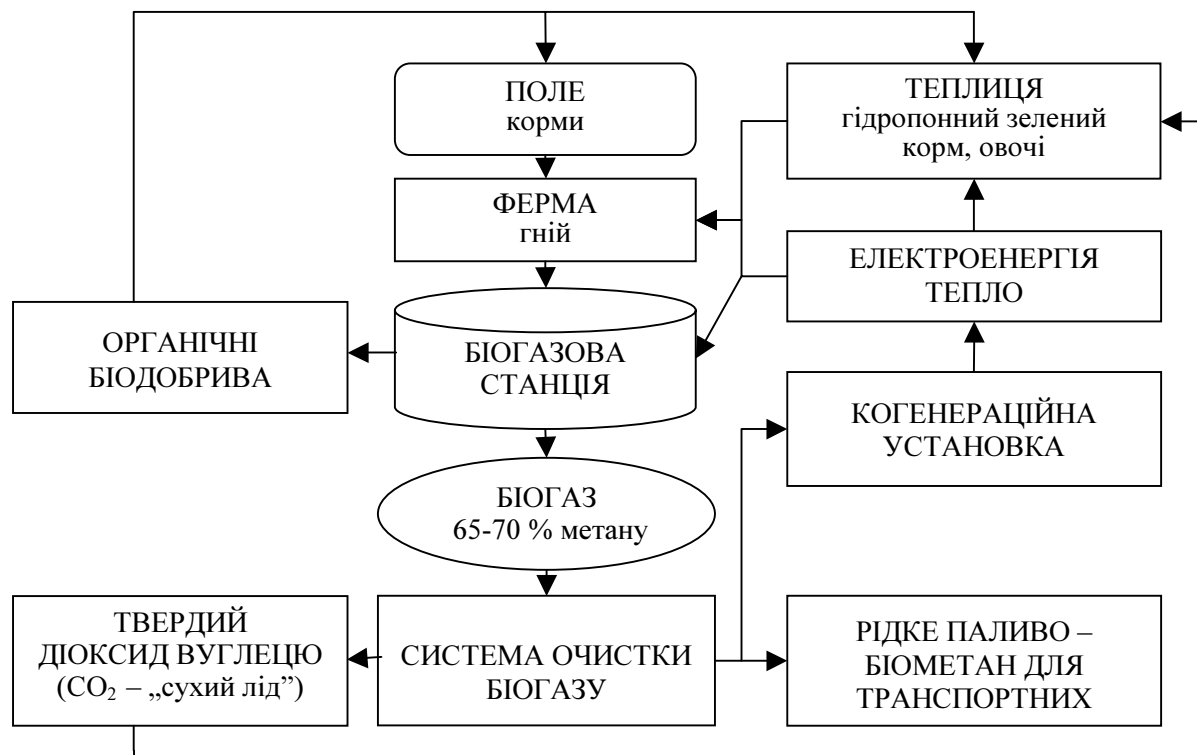


Рисунок 1 - Модель раціонального використання органічних відходів (гною) у тваринництві

У сільському господарстві визначення витрат регламентується відповідними нормативно-правовими актами з бухгалтерського обліку, зокрема П(С)БО 16 „Витрати”, а також Методичними рекомендаціями з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств № 132 від 18.05.2001 р.

При калькулюванні витрат на виробництво біогазу та біодобрив вихідною сировиною є гній. Відповідно пункту 9.2 та Додатку 2 Методичних рекомендацій з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств вартість гною, одержаного від групи тварин, визначається виходячи з нормативно-розрахункових витрат, витрат на його прибирання та доставки до місця зберігання вартості підстилки. У їх склад входять затрати на підстилку та нормативно-розрахункові витрати на видалення гною, які включають: амортизацію та поточний ремонт пристроїв для видалення гною з тваринницьких приміщень, транспортування та витрати на зберігання гною і сечі в гноесховищах. При визначенні собівартості тваринницької продукції вартість її побічної частини (гною), віднімається.

Аналогічний підхід можливо було б використати і при визначенні витрат на виробництво біогазу та органічних біодобрив, однак при цьому необхідно врахувати специфічний характер самого технологічного процесу біоенергетичної утилізації гною. У тваринництві біогаз безпосередньо отримуються із гною у процесі його анаеробного зброджування в спеціальних установках – метантенках (біореакторах), а біодобрива – як залишкову продукцію після їх знезараження в твердому і рідкому виді.

Однак, якщо при виробництві молока, яловичини та гною витрати на ці види продукції можна чітко розмежувати, то у випадку із оцінкою продукції біоенергетичної переробки гною виникають певні проблеми.

По-перше, оскільки гній є побічною продукцією тваринництва за визначенням, то

одержувана в процесі його анаеробного зброджування продукція відноситься до такої, що пройшла промислово переробку. Логічно припустити, що оцінка даної продукції має відбуватися із урахуванням усіх витрат, що були понесені на її отримання.

Основною методологічною проблемою при визначенні собівартості виробництва біогазу та біодобрив, що до цього часу є невирішеною, залишається питання розподілу витрат між цими видами продукції. Від того, яким чином ці витрати будуть розраховані та розділені, залежить не лише собівартість виробництва продукції, але й економічна ефективність і конкурентоспроможність самої біоенергетичної технології утилізації гною. Адже виробництво біогазу (у перерахунку на еквівалент природного газу) буде економічно доцільним лише за умов, якщо його собівартість буде значно меншою порівняно із ринковою ціною природного газу.

З іншої сторони утилізація гною у біогазовій установці може проходити два цикли переробки. Перший – це безпосередньо виробництво біогазу та органічних біодобрив, другий – використання біогазу для виробництва тепла і електроенергії, або його очищення та отримання в подальшому біометану і діоксиду вуглецю. Відтак собівартість продукції потрібно рахувати, виходячи із технологічних умов та з врахуванням видів продукції, що можуть бути одержані в процесі біоенергетичної переробки гною.

Оскільки в економічній науці зазначена проблема досліджується чи не вперше, то виникає необхідність уточнення певних її аспектів.

Біогаз і біодобрива – це продукти, отримані в процесі промислової переробки гною в біогазовій установці. Після отримання біогазу він може бути використаний для виробництва електричної та теплової енергії в когенераційній установці, або ж після відповідного очищення в якості газоподібного палива – біометану. При очищенні біогазу крім метану також одержують ще один цінний продукт – діоксид вуглецю  $\text{CO}_2$ .

Як вже зазначалося, визначення собівартості виробництва біогазу і біодобрив слід проводити із врахуванням того факту, що отримана продукція вже не є побічною, оскільки пройшла цикл переробки. Тому її слід віднести до 10 пункту зазначених вище рекомендацій, що має назву: „Калькулювання собівартості продукції підсобних (промислових) виробництв”. Однак в даному пункті жодним чином не згадується про біогаз чи біодобрива.

Вважаємо за доцільне рекомендувати внести зміни і доповнити даний пункт наступним підпунктом, де дати визначення видам продукції, що можуть бути отримані в процесі промислової переробки гною в біогазовій установці, або ж після його очищення чи когенерації. Його слід викласти наступним чином:

10.14. У процесі переробки гною в біогазовій установці калькуляція собівартості одержуваних видів продукції здійснюється в два етапи: спочатку усі витрати, що понесені впродовж року на утримання та експлуатацію обладнання, в т. ч. вартість гною, затрати на оплату праці, амортизацію і ремонт, та інші витрати розподіляються рівними частками на основні види продукції – біогаз та тверді і рідкі біодобрива (коефіцієнт 0,33). Після цього усі витрати ділять на кількість продукції окремого виду, і таким чином визначають собівартість виробництва  $1000 \text{ м}^3$  біогазу, 1 тонни твердих біодобрив та  $1 \text{ м}^3$  рідких біодобрив.

На другому етапі при спалюванні біогазу в когенераційній установці і виробництві електроенергії та тепла собівартість  $1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ ,  $1 \text{ Гкал}$  визначається шляхом ділення усіх витрат на утримання обладнання і вартості біогазу за собівартістю на кількість отриманої відповідно продукції. Розподіл витрат на електроенергію і тепло доцільно проводити за коефіцієнтом питомої ваги кожного із видів продукції у загальному випуску енергії (з переведенням різних її видів в показник  $\text{кВт}\cdot\text{год}$ ).

За умов використання біогазу для виробництва метану або газоподібного палива та діоксиду вуглецю  $\text{CO}_2$ , собівартість визначають шляхом поділу усіх витрат на

кількість одержуваної продукції. При цьому усі витрати розподіляються пропорційно ринковій вартості метану (газоподібного палива) і діоксиду вуглецю CO<sub>2</sub> із подальшим їх поділом на кількість метану в м<sup>3</sup> або кг (якщо це стиснений газ).

Для прикладу розраховано собівартість виробництва біогазу і біодобрив, що отримують на установках із різною потужністю на основі розробленої нами моделі утилізації гною, яка передбачає один цикл його переробки (рис. 2).

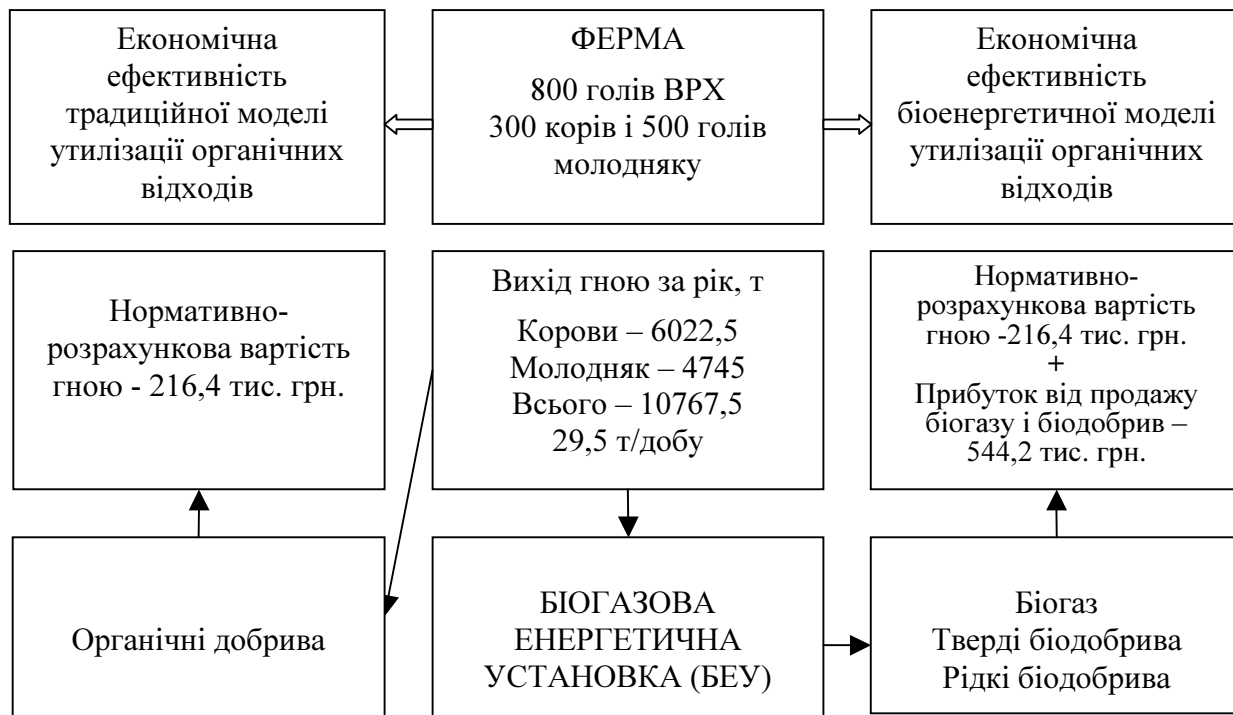


Рисунок 2 – Порівняльна економічна ефективність традиційного використання гною та його біоенергетичної утилізації в скотарстві

Додатковий дохід від утилізації в середньому 20 тонн гною/добу складає 544,2 тис. грн., що у 2,5 рази більше порівняно із традиційною технологією його використання. При визначенні нормативної собівартості виробництва біогазу і біодобрив вартість гною було взято із розрахунку 20,1 грн. за 1 тону. В загальній частці витрат на утилізацію його вартість становить 14,0-22,8 % в залежності від обсягу переробки.

У розрахунках використано обладнання компанії ТОВ „Зорг Україна” для переробки гною обсягом від 20 до 100 тонн за добу та виробництва біогазу, твердих і рідких органічних біодобрив.

За нашими даними на установці потужністю від 20 до 100 тонн/добу собівартість біогазу зменшується на 38,7 %, твердих біодобрив – на 22,1%.

При визначенні ціни та розрахунку економічної ефективності виробництва біогазу і біодобрив можна використати два методологічні підходи. Перший – враховувати нормативне значення норми прибутку на рівні 10 %, що на наш погляд, має забезпечити отримання доходу, достатнього для розширеного відтворення капіталу, або ж оцінювати вартість біогазу за ринковою ціною звичайного природного газу, а ціну твердих і рідких біодобрив за формулою: нормативна собівартість + 50 % прибутку. Норматив прибутку на рівні 50 % встановлено з метою прискорення окупності обладнання і він може корегуватися.

У табл. 1 наведено показники роботи типової біогазової установки виробництва ТОВ „Зорг Україна” та собівартість продуктів біоенергетичної переробки гною.

Таблиця 1 – Розрахунок нормативної собівартості виробництва біогазу та біодобрив

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Обсяг завантаження гною на БЕУ, тонн/добу					
			20	40	60	80	100	100
1	Займана площа	га	0,20	0,25	0,30	0,45	0,50	0,50
2	Вихід біогазу за добу	м <sup>3</sup>	1200	2400	3600	4800	6000	6000
3	Вихід біогазу на 1 тонну гною	м <sup>3</sup>	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
4	Виробництво біогазу за рік	тис. м <sup>3</sup>	438	876	1314	1752	2190	2190
5	Вихід твердих біодобрив за добу	тонн	10	20	30	40	51	51
6	Виробництво твердих біодобрив за рік	тис. тонн	3,65	7,30	10,95	14,60	18,62	18,62
7	Вихід рідких біодобрив за добу	м <sup>3</sup>	8	16	24	32	43	43
8	Виробництво рідких біодобрив за рік	тис. м <sup>3</sup>	2,92	5,84	8,76	11,68	15,70	15,70
9	Обслуговуючий персонал	чол.	1	1	1	1	1	1
10	Оплата праці разом із нарахуваннями	тис. грн.	22,3	22,3	23,3	25,3	25,3	25,3
11	Обсяг надходження гною за добу	тонн	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	100,0
12	Обсяг надходження гною за рік	тис. тонн	7,3	14,6	21,9	29,2	36,5	36,5
13	Собівартість 1 тонни гною	грн.	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
14	Разом витрат на видалення гною	тис. грн.	146,7	293,5	440,2	586,9	733,7	733,7
15	Амортизація, всього	тис. грн.	387,8	487,7	551,0	611,0	689,3	689,3
16	Поточний ремонт, всього	тис. грн.	119,4	147,7	168,6	187,8	212,5	212,5
17	Електрична потужність	кВт-год	10	15	20	25	30	30
18	Споживання електроенергії за рік	тис. кВт-год	87,6	131,4	175,2	219,0	262,8	262,8
19	Вартість 1 кВт-год.	грн.	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
20	Разом витрат на електроенергію	тис. грн.	67,5	101,2	134,9	168,6	202,4	202,4
21	Теплова потужність	кВт-год	35	70	105	140	175	175
22	Споживання теплової енергії за рік	тис. кВт-год	306,6	613,2	919,8	1226,4	1533,0	1533,0
23	Вартість 1 кВт-год.	грн.	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
24	Разом витрат на теплову енергію	тис. грн.	236,1	472,2	708,2	944,3	1180,4	1180,4
25	Інші витрати	тис. грн.	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
26	<b>Всього витрат на виробництво</b>	тис. грн.	999,8	1544,5	2046,3	2544,1	3063,6	3063,6
27	<b>Разом усіх витрат</b>	тис. грн.	50,0	77,2	102,3	127,2	153,2	153,2
28	Загальногосподарські витрати	тис. грн.	1049,8	1621,7	2148,6	2671,3	3216,7	3216,7
29	Витрати на збут	тис. грн.	52,5	81,1	107,4	133,6	160,8	160,8
30	<b>Повна собівартість продукції</b>	тис. грн.	1102,3	1702,8	2256,0	2804,8	3377,6	3377,6
28	В тому числі 1000 м <sup>3</sup> біогазу	грн.	838,8	647,9	572,2	533,6	514,0	514,0
29	1 тонни твердих біодобрив	грн.	100,7	77,7	68,7	64,0	60,5	60,5
30	1 м <sup>3</sup> рідких біодобрив	грн.	125,8	97,2	85,8	80,0	71,7	71,7

При утилізації гною обсягом від 20 до 100 тонн за добу собівартість виробництва 1000 м<sup>3</sup> біогазу зменшується із 838,8 до 514,0 грн., 1 тонни твердих органічних біодобрих, відповідно із 100,7 до 60,5 грн., 1 м<sup>3</sup> рідких – із 125,8 до 71,7 грн.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що на установках із потужністю переробки гною від 20 до 100 тонн/добу загальний річний прибуток від продажу біогазу та органічних біодобрих за першим методом оцінки збільшується із 544,2 тис. грн. до 1,1 млн. грн., тоді як окупність обладнання залишається на сталому рівні – 10 років (табл. 2).

Таблиця 2 – Економічна ефективність біоенергетичної утилізації гною

Метод оцінки	Показники	Од. виміру	Обсяг завантаження гною на БЕУ, тонн/добу				
			20	40	60	80	100
1	Загальний прибуток	тис. грн.	544,2	699,9	835,3	962,1	1111,2
	Окупність обладнання	років	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
2	Загальний прибуток	тис. грн.	441,5	883,0	1324,5	1766,0	2207,5
	Окупність обладнання	років	12,3	7,9	6,3	5,4	5,0

За другим методом при переробці 20 тонн гною/добу загальний прибуток від продажу біогазу та біодобрих складе близько 441,5 тис. грн. (період окупності 12,3 роки), а при потужності установки 100 тонн/добу – 2207,5 тис. грн. (5 років).

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** За результатами проведених розрахунків встановлено, що при біоенергетичній переробці гною обсягом від 20 до 100 тонн за добу собівартість виробництва 1000 м<sup>3</sup> біогазу зменшується із 838,8 до 514,0 грн., 1 тонни твердих органічних біодобрих, відповідно із 100,7 до 60,5 грн., 1 м<sup>3</sup> рідких – із 125,8 до 71,7 грн.

При визначенні економічної ефективності виробництва біогазу і біодобрих нами використано два методологічні підходи. За першим варіантом враховувалося нормативне значення норми прибутку на рівні 10 %, що на наш погляд, має забезпечити отримання доходу, достатнього для розширеного відтворення капіталу, а за другим – вартість біогазу оцінювалась за ринковою ціною звичайного природного газу, а ціна твердих і рідких біодобрих за формулою: нормативна собівартість + 50 % прибутку. Окупність обладнання за першим варіантом при встановленні рівномірної норми прибутку склала сталу величину – 10 років, за другим варіювала від 12,3 до 5 років.

Раціональна біоенергетична утилізація органічних відходів тваринництва вирішує ряд складних проблем аграрного виробництва. Передусім, це зменшення забруднення навколишнього середовища небезпечними речовинами, в т. ч. рідкими та твердими відходами діяльності тваринницьких ферм, обмеження емісії метану в атмосферу.

Економічна складова полягає в можливості одержання додаткових грошових доходів, що сприятиме загальному підвищенню ефективності тваринництва, зменшення рівня збитковості виробництва яловичини та інших видів продукції.

Перспективним напрямком подальших досліджень є удосконалення даної методики калькулювання витрат та визначення економічної ефективності біоенергетичної утилізації гною з урахуванням оцінки усіх циклів його переробки на основі розробленої нами комплексної моделі.

## Список літератури

1. Матвеев Ю., Гелетуха Г. Біогазова станція. Український досвід / Ю. Матвеев, Г. Гелетуха // Зелена енергетика. - 2004. - № 1. - С. 4-6.
2. Хажмурадов М.А. Установа та технологія по утилізації біогазу / М.А. Хажмурадов // Наука та інновації. - 2006. - № 4. - С. 19.
3. Лісничий В.М., Цаплін Ю.О. Сучасний стан та перспективи розвитку отримання біогазу в Україні: матеріали Четвертої міжнародної конференції [„Енергія із біомаси”], (Київ, 22-24 вересня 2008 р.) / ІТТФ НАНУ. - К.: 2008, С. 299-300.
4. Визначення біогазового потенціалу Одеської області / С.Є. Романчук // Вісн. Одес. держ. екол. ун-ту. - 2006. - Вип. 3. - С.47-51.
5. Кучерук П., Матвеев Ю., Плугатар О. Экономические аспекты развития биогазовых технологий в Украине / П. Кучерук, Ю. Матвеев, О. Плугатар // Коммунальное хозяйство. - 2007. - № 5. - С. 30-31.
6. Козин С. Перспективы использования биотоплива в экономике АПК / С. Козин // АПК: экономика, управление. - 2007. - № 12. - С. 69.
7. Смирнов О.П. Перспективы развития производства биогаза в Украине: материалы Четвертої міжнародної конференції [„Енергія із біомаси”], (Київ, 22-24 вересня 2008 р.) / ІТТФ НАНУ. - К.: 2008, С. 259-262.

*Ю. Кернасюк*

**Научно-методологические подходы к определению себестоимости производства и экономической эффективности продукции биоэнергетической утилизации навоза**

В статье приведены результаты научных исследований поиска методических подходов к определению себестоимости и оценки экономической эффективности производства биогаза и биоудобрений. Разработана модель рационального использования органических отходов (навоза) в животноводстве на основе комплексной его переработки и производства электроэнергии, тепла, газообразного топлива, органических биоудобрений. Определена экономическая эффективность и окупаемость биогазовой установки за двумя методиками.

*Y. Kernasyuk*

**Scientifically-methodological going near determination of production and economic efficiency of products of biopower utilization of manure cost**

In the article results over of scientific researches of search of the methodical going are brought near determination of prime price and estimation of economic efficiency of production of biogas and biofertilizers. The model of rational utilization of organic wastes (manure) is worked out in a stock-raising on the basis of his complex processing and production of electric power, heat, gaseous fuel, organic biofertilizers. Economic efficiency and recoupment of the biogas setting is certain after two methods.

Одержано 23.03.10