

УДК 631.371:620.92

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ БАГАТОПРОФІЛЬНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Г.А. Голуб, доктор технічних наук
Національний університет біоресурсів
і природокористування України С.М.
Кухарець, кандидат технічних наук
Житомирський національний агроекологічний університет**

Наведена імітаційна модель функціонування агроєкосистеми із вирощуванням озимої пшениці, кукурудзи на силос і зерно, озимого ріпаку, ячменю, цукрових буряків та багаторічних трав. Модель передбачає виробництво м'яса свиней, ВРХ, риби та курей, молока, яєць, олії, цукру та меду, вирощування грибів і виробництво компосту. Крім того, пропонується модель передбачає виробництво дизельного біопалива і біоетанолу в кількості необхідній для забезпечення роботи мобільної техніки, а також біогазу для отримання тепла та електроенергії.

Агроєкосистема, рослинництво, тваринництво, біопаливо, енергія, модель, ефективність.

Постановка проблеми. На сучасному етапі існування перед людством постало декілька проблем. Серед них: забезпечення на-

© Г.А. Голуб, С.М. Кухарець, 2015

селення продуктами харчування (продовольча проблема), забезпечення технологічних процесів та побуту енергетичними ресурсами (енергетична проблема) та утримання біологічного розмаїття форм життя й збереження навколишнього середовища (екологічна проблема). Комплексне вирішення цих задач потребує подолання протиріччя, яке полягає в тому, що збільшення виробництва продуктів харчування або виробництва та споживання енергії призводить до порушення екологічної рівноваги та погіршення стану навколишнього середовища і навпаки скрупульозне дотримання екологічних вимог призведе, при існуючому рівні приросту населення, до дефіциту продуктів харчування та енергії.

Сучасне сільськогосподарське виробництво частково вирішує продовольчу проблему за рахунок ефективного виробництва продукції рослинництва [1]. Галузь тваринництва, із-за високої собівартості продукції та низьких цін на неї, довгий час перебувало в стані занепаду, особливо це стосується виробництва молока, яловичини та свинини. Виробництво яєць та м'яса птиці упродовж останніх років мало стабільний характер за рахунок значного рівня концентрації та спеціалізації виробництва. Крім того, рівень забезпечення аграрного виробництва, енергією із власної сировини, є низьким. Так, наприклад, тваринницька галузь України, виробляючи значні обсяги органічних відходів, потенційно володіє значними ресурсами для виробництва біогазу [2, 3, 4], в той же час, рівень виробництва біогазу із гною знаходиться на вкрай низькому рівні. Енергетичний потенціал галузі рослинництва, який базується на використанні соломи в якості палива, згідно досліджень [5, 6, 7, 8, 9], досить значний, проте його використання в сучасних умовах не перевищує 3 %.

Підвищення рівня використання доступної в якості енергоресурсів сировини сільськогосподарського походження призведе до зростання рівня енергетичної автономності агроєкосистем, забезпечивши при цьому підвищення рівня ефективності виробництва харчової продукції та покращення стану навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень. Основною метою конструювання агроєкосистеми є створення стійкої природно-техногенної конструкції [10], що є часткою біосфери Землі і її розвиток не повинен деградувати під впливом техногенних навантажень. Тому необхідно, встановити чітку морфологічну структуру природно-техногенної агроєкосистеми із оцінкою впливу техногенних об'єктів, що дозволить стежити за змінами в агроєкосистемі, прогнозувати її розвиток та керувати її станом [11, 12, 13].

Типова агроєкосистема передбачає вирощування культур у відповідній сівозміні і на цій основі здійснювати виробництво продукції рослинництва, кормів для тваринництва та птахівництва, продукції

тваринництва, а також енергетичних ресурсів. Енергетичною базою агроєкосистеми є виробництво тепла та електроенергії із біогазу, отриманого в результаті зброджування гною, посліду та інших рідких органічних осадів, використання в науково обґрунтованих межах незернової частини урожаю на теплові потреби у вигляді рулонів, тюків, січки або ж гранул, брикетів та генераторного газу, вироблених на основі соломи. Сировинна база для виробництва рідкого палива – дизельного біопалива та біоетанолу також є складовою частиною агроєкосистеми. Диверсифікація напрямків сільськогосподарського виробництва є також серйозною фінансовою передумовою для підтримання родючості ґрунтів сівозміни на основі виробництва компостів з використанням біологічної конверсії органічної сировини [14].

На основі структурної схеми функціонування [15, 16], алгоритмів [17] розподілу органічних ресурсів та моделювання [18] гумусного стану ґрунтового середовища розроблено модель функціонування агроєкосистеми на основі шестипільної сівозміни із виробництвом продукції та енергії, використанням біопалив та відновленням органіки у ґрунті. Комп'ютерна імітаційна модель функціонування агроєкосистеми забезпечує визначення ресурсної бази для виробництва біопалив та подальшого підвищення рівня енергетичної автономності різних видів агроєкосистем.

Однак оцінка техніко-економічної ефективності функціонування агроєкосистем із диверсифікованим (багатопротильним) виробництвом сільськогосподарської продукції та біопалив потребує подальшого уточнення.

Мета досліджень. На основі розробленої комп'ютерної імітаційної моделі функціонування агроєкосистеми із диверсифікованим (багатопротильним) виробництвом сільськогосподарської продукції та біопалив встановити основні показники ефективності функціонування таких систем.

Методика досліджень. Визначення техніко-економічної ефективності функціонування агроєкосистеми із диверсифікованим (багатопротильним) виробництвом сільськогосподарської продукції та біопалив виконувалося на основі імітаційного комп'ютерного моделювання.

Результати досліджень. Імітаційна модель функціонування сільськогосподарського виробництва (рис. 1) включає в себе: сівозміну на 300 га ріллі із вирощуванням основних сільськогосподарських культур, таких як озима пшениця 50 га, кукурудзу на силос 25 га і зерно 25 га, озимий ріпак 50 га, ячмінь 50 га, цукрові буряки 50 га та багаторічні трави 50 га. Модель передбачає виробництво м'яса свиней, ВРХ, риби та курей, молока, яєць, олії, цукру та меду та грибів. Крім того, пропонується модель передбачає виробництво дизельного

біопалива і біоетанолу в кількості необхідній для забезпечення роботи мобільної техніки, а також біогазу для подальшого отримання електроенергії й тепла та спалювання рулонів або січки соломи для отримання тепла та електроенергії.

Аналіз передбачав функціонування трьох варіантів агроєкосистеми: із виробництвом продукції рослинництва й тваринництва та біопалив (варіант 1); із виробництвом продукції рослинництва й тваринництва але без виробництва біопалив (варіант 2); із виробництвом продукції рослинництва але без виробництва продукції тваринництва та біопалив (варіант 3).

Можливості диверсифікованого сільськогосподарського виробництва отриманні на основі розробленої імітаційної моделі функціонування агроєкосистеми із виробництвом біопалива наведенні в табл. 1 і табл. 2.

1. Можливості агроєкосистеми (варіант 1) по виробництву сільськогосподарської продукції.

Урожайність пшениці, ц/га	Вид продукції (виробництво)											
	компост, т	зерно пшениці, т	м'ясо свиней, т	м'ясо ВРХ, т	молоко, т	м'ясо птиці, т	яйця, млн. шт.	м'ясо риби, т	гриби, т	олія, т	мед, т	цукор, т
20	1197	86	13,0	12,7	318	0,7	0,1	9,6	20	0	5	84
25	1481	111	16,2	14,7	397	0,9	0,2	11,9	23	4,3	5	105
30	1764	136	19,5	17,6	476	1,0	0,3	14,3	27	10	5	125
35	2048	161	22,7	20,5	556	1,2	0,4	16,7	30	15,7	5	146

Провівши аналіз параметрів функціонування агроєкосистеми, отриманих в результаті моделювання, побудовано графічні залежності балансу гумусу (рис. 2) в залежності від урожайності базової культури – озимої пшениці.

Аналіз графіка, дозволяє зробити висновок, що найкращі показники щодо балансу гумусу досягаються в агроєкосистемі без виробництва біопалив, проте в агроєкосистемі із виробництвом біопалив при урожайності зернових більше 30 га, також досягається позитивний баланс гумусу, а в агроєкосистемі без тваринництва досягнути позитивного балансу гумусу неможливо.

Стосовно економічної ефективності виробництва, то найбільший прибуток у розрахунку на один гектар досягається в агроєкосистемі із виробництвом біопалива (рис. 3).

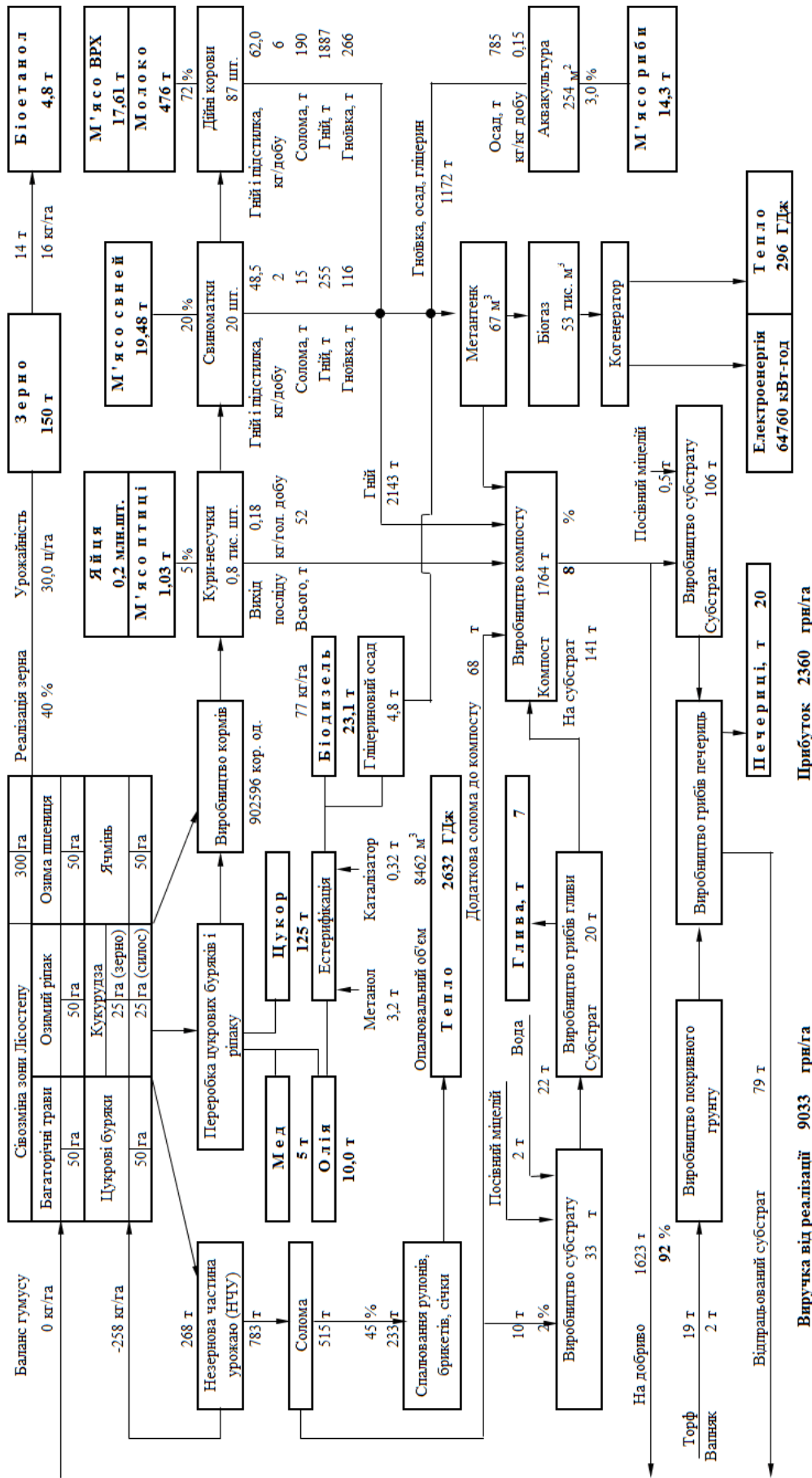


Рис. 1. Схема біологічної та енергетичної конверсії органічної сировини агроекосистеми із виробництвом біопалива.

2. Можливості агроєкосистеми (варіант 1) по виробництву біопалив та її економічні показники.

Урожайність пшениці, ц/га	Електроенергія				Теплова енергія			Рідке біопаливо		Баланс гумусу, кг/га	Виручка від реалізації продукції, грн/га	Прибуток, грн/га
	виробництво, тис. кВт год.	із врахуванням надлишку теплової енергії тис. кВт год.	потреба, тис. кВт год.	рівень забезпечення, %	виробництво, ГДж	потреба, ГДж	рівень забезпечення, %	дизельне біопаливо, т	біоетанол, т			
20	44	83	1600	5	1475	1360	109	21,7	4,8	-305	6236	1548
25	54	248	1988	12	2063	1400	147	23,1	4,8	-152	7645	1972
30	65	413	2386	17	2650	1440	184	23,1	4,8	0	9033	2360
35	75	578	2783	21	3238	1480	219	23,1	4,8	152	10421	2747

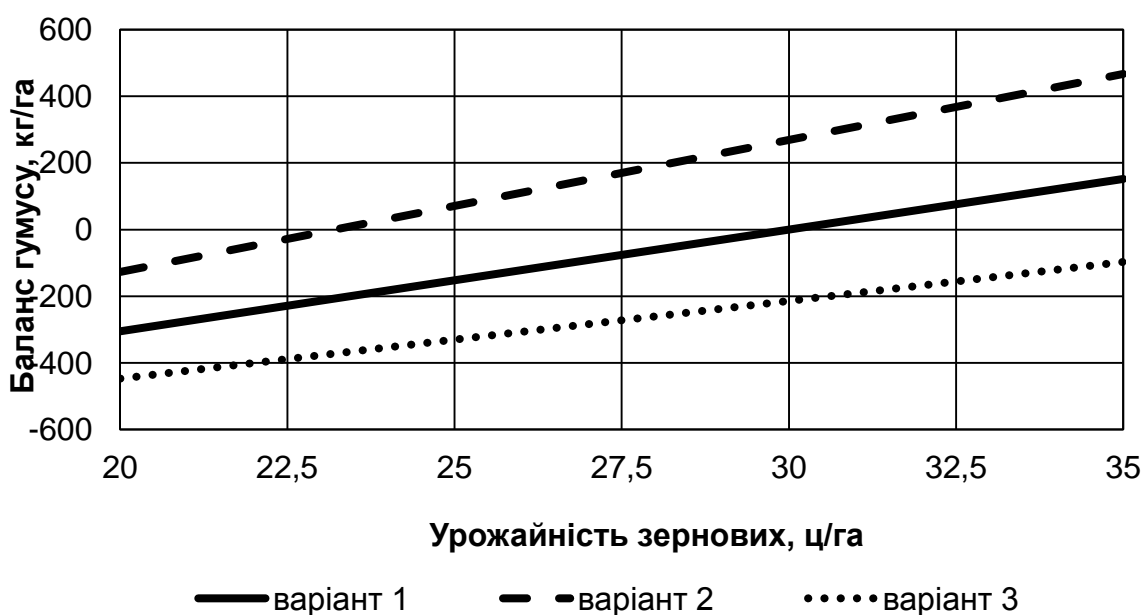


Рис. 2. Залежність балансу гумусу від урожайності пшениці.

Найбільший економічний ефект можливо отримати в збалансованій агроєкосистемі, що поєднує рослинництво, тваринництво і виробництво біопалива, забезпечивши при цьому бездефіцитний баланс гумусу. Так при урожайності озимої пшениці 30 ц/га прибуток для збалансованої агроєкосистеми із виробництвом біопалива становить 2360 грн/га, що вище на 51,6% ніж для агроєкосистеми без виробництва біопалива.

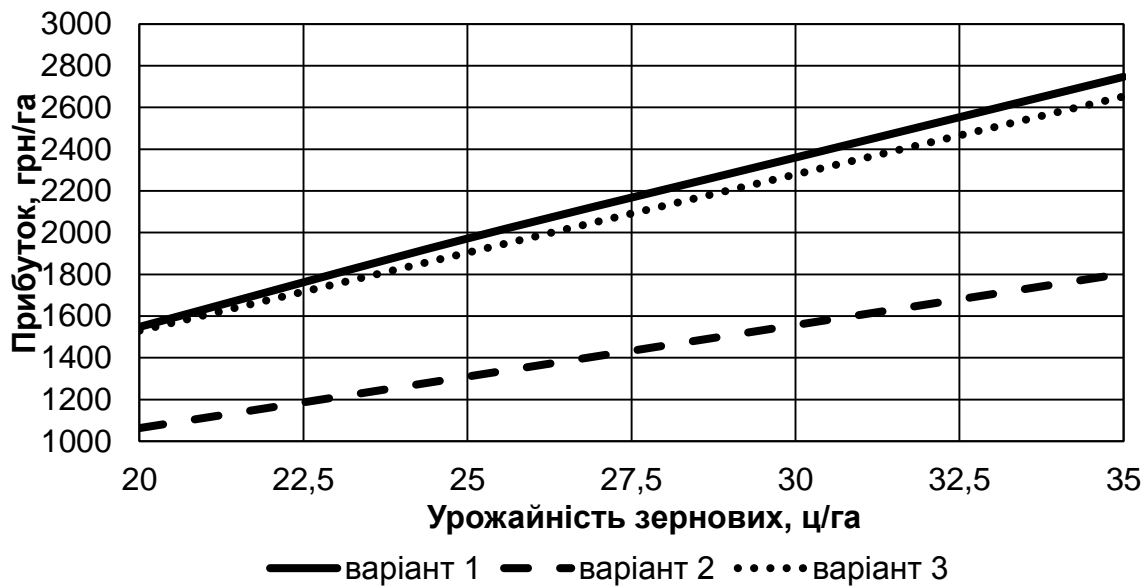


Рис. 3. Залежність прибутку від урожайності пшениці.

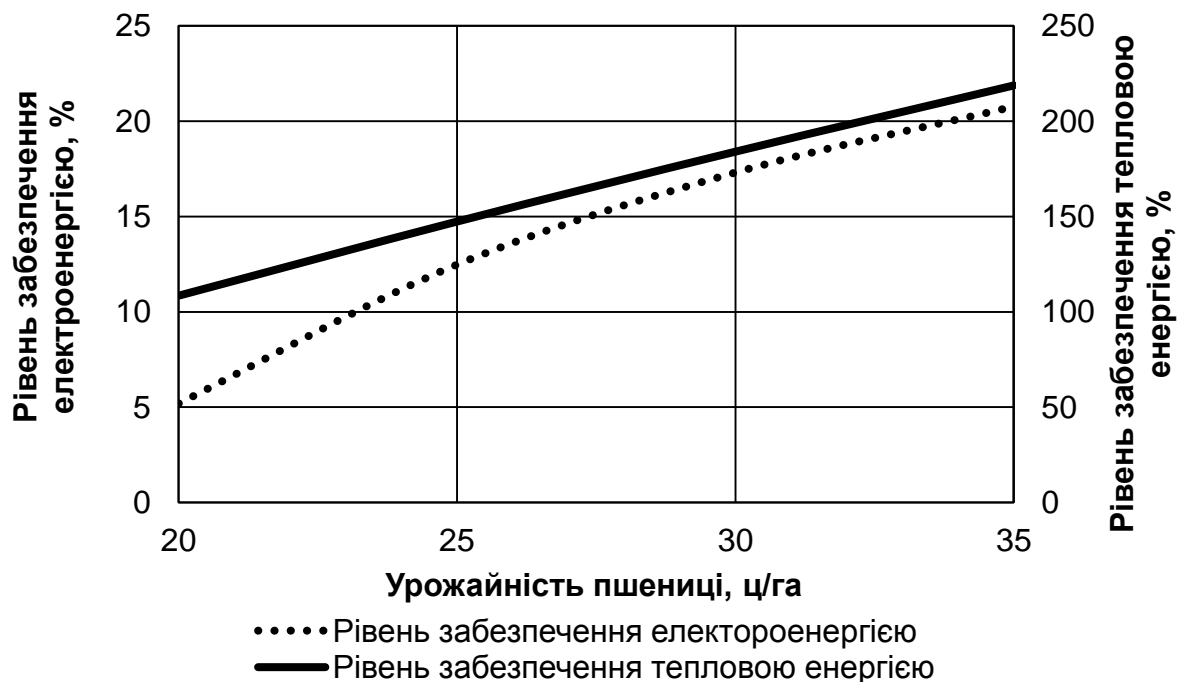


Рис. 4. Рівень забезпечення тепловою та електричною енергією (без конвертації надлишку теплової енергії в електроенергію).

Рівень забезпечення електричною та тепловою енергією можна виразити графічно (рис. 4) та залежностями:

$$PE=27,905\ln(U_{п})-77,951; \quad (1)$$

та

$$TE=196,59\ln(U_{п})-485,68; \quad (2)$$

де: PE , TE – рівень забезпечення електричною та тепловою енергією відповідно, %; $U_{п}$ – урожайність базової культури (озимої пшениці), ц/га.

Із аналізу приведених залежностей можна зробити висновок, що сільськогосподарське виробництво здатне забезпечити власні потреби в тепловій енергії при урожайності зернових 20 ц/га і вище. При більшій урожайності зернових надлишок теплової енергії доцільно конвертувати в електричну енергію, підвищивши при цьому рівень забезпечення електричною енергією.

Структуру фінансових надходжень при функціонуванні агроєкосистеми на основі імітаційної моделі можна представити у вигляді діаграми (рис. 5). Аналіз структури фінансових надходжень від реалізації сільськогосподарської продукції та біопалив вказує на те, що третина всіх фінансових надходжень від функціонування агроєкосистеми можливо забезпечити за рахунок виробництва і використання біопалива.



Рис. 5. Структура фінансових надходжень агроєкосистеми від виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив.

Висновок. Встановлено, що найбільший економічний ефект від функціонування агроєкосистеми можливо отримати в тому випадку, коли агроєкосистема є збалансованою і поєднує галузі рослинництва, тваринництва й виробництва біопалив, забезпечивши при цьому бездефіцитний баланс гумусу. При урожайності озимої пшениці 30 ц/га прибуток від функціонування такої агроєкосистеми становить 2360 грн/га, що вище на 51,6% ніж при відсутності виробництва біопалив. За рахунок виробництва і використання біопалива в умовах сільськогосподарського виробництва можливо забезпечити до 35% всіх фінансових надходжень.

Список літератури

1. Сільське господарство України. Статистичний збірник за 2013 рік / За ред. Н.С. Власенко; Держ. комітет статистики України. – К., 2014. – 400 с.

2. *Виробництво і використання біогазу в Україні* / [Ю. Кооп, Ж. Хохі, Д. Фултон, Х. Персонн]. – К.: Рада з питань біогазу з.т. / Biogasrat e.v., 2012. – 74 с.
3. *Перспективы производства биогаза в Украине* [Г.Г. Гелетуха, П.П. Кучерук, Ю.Б. Матвеев, Т.В. Ходаковская] *Возобновляемая энергетика*. – №3, 2011. – С. 73–77.
4. *Гелетуха Г.Г.* Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні / *Г.Г. Гелетуха, П.П. Кучерук, Ю.Б. Матвеев* // Аналітична записка БАУ №4. – К.: 2013. – 22 с.
5. *Гелетуха Г.Г.* Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні / *Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна* // Аналітична записка БАУ №7. – К.: 2014. – 33 с.
6. *Екологічні проблеми землеробства* / За ред. *І.Д. Примака*. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
7. *Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany* // *Applied Energy*. – V. 114, February 2014. – P. 749–762.
8. *Клюс С.В.* Визначення частки соломи та рослинних відходів для енергетичного використання / *С.В. Клюс* // *Відновлювана енергетика*. – 2013. – №4. – С. 82–85.
9. *Кухарець В.В.* Оцінка енергетичного потенціалу соломи / *В.В. Кухарець* // *Науковий вісник Національного аграрного університету*. – 2008. – Вип. 125. – С. 273–276.
10. *Рудько Г.І.* Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичне втілення / *Г.І. Рудько, О.М. Адаменко*; за ред. *Г.І. Рудька*. – К.: Маклаукт, 2008. – 320 с.
11. *Кухарець С.М.* Обґрунтування механіко-технологічних основ конструювання агроecосистем / *С.М. Кухарець, Б.А. Шелудченко* // *Збірник наукових праць. Спеціальний випуск до VIII науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування»*. – Кам'янець – Подільський: ПДАТУ, 2013 – С. 164–171.
12. *Кухарець С.М.* Механіко-технологічний підхід до конструювання агроecосистеми / *С.М. Кухарець* // *Вісник Житомирського національного агроecологічного університету*. – Житомир: ЖНАЕУ, 2014. – №1. – т.1(39) – С. 187–197.
13. *Шелудченко Б.А.* Вступ до конструювання природно-техногенних геоecосистем / *Б.А. Шелудченко*. – Кам'янець-Подільський: В-во ПДАТУ, 2014. – 170 с.
14. *Голуб Г.А.* Проблеми техніко-технологічного забезпечення енергетичної автономності агроecосистем / *Г.А. Голуб* // *Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету. Сері: технічні науки*. – 2011. – Вип. 7. – С. 59–66.
15. *Кухарець С.М.* Обеспечение рационального использования сырья для получения биотоплив в агропромышленном комплексе / *С.М. Кухарець, Г.А. Голуб, С.В. Драгнев* // *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture*. – Lublin-Rzeszow. – 2013. – Vol. 15. – № 4. – P. 69–76.
16. *Scientific bases of production and use of biofuels in agroecosystems* / [G. Golub, V. Dubrovin, S. Kukharets ets.] // *Міжнародний електронний журнал "Біоресурси планети і якість життя"*. – 2013. – Вип. 4. – Режим доступу: <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/146/112>. (Електронний ресурс).
17. *Кухарець С.М.* Алгоритм розподілу органічних ресурсів у агроecосистемах / *С.М. Кухарець* // *Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету. Сері: технічні науки*. – 2012. – Вип. 10, т. 1. – С. 61–66.
18. *Голуб Г.А.* Моделювання гумусного стану ґрунтового середовища агроecосистеми / *Г.А. Голуб, С.М. Кухарець* // *Науковий вісник Національного універси-*

тету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 20–27.

Приведена имитационная модель функционирования агроэко-системы с выращиванием озимой пшеницы, кукурузы на силос и зерно, озимого рапса, ячменя, сахарной свеклы и многолетних трав. Модель предусматривает производство мяса свиней, КРС, рыбы и птицы, молока, яиц, растительного масла, сахара и меда, выращивания грибов и производство компоста. Кроме того, предлагаемая модель предполагает производство дизельного биотоплива и биоэтанола в количестве необходимом для обеспечения работы мобильной техники, а также биогаза для получения тепла и электроэнергии.

Агроекосистема, животноводство, растениеводство, биотопливо, энергия, модель, эффективность.

Simulation model of agricultural production functioning with grown winter wheat, corn silage and grain, winter canola, barley, sugar beets and grasses is shown. The model involves the production of meat of pigs and cows, fish, milk, eggs, oil, sugar and honey, mushroom cultivation and production of compost. The proposed model involves the production of biodiesel and bioethanol in amount necessary to ensure that mobile equipment and biogas for heat and power.

Agroecosystem, livestock, crop production, biofuels, energy, model, efficiency.