

УДК 338.45:621.311

К. О. Братковська,  
к. е. н., доцент кафедри електротехніки та енергетичного менеджменту,  
Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя  
А. М. Іванюк,  
магістрант, Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя

## КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ЕНЕРГОРЕСУРСИ НА ПРИКЛАДІ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ З ТЕПЛИЧНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

K. Bratkovska,  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of chair of electrical engineering  
and energy management, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Zaporizhzhya  
A. Ivaniuk,  
undergraduate, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Zaporizhzhya

### THE COMPREHENSIVE APPROACH TO REDUCING ENERGY COSTS BY THE EXAMPLE OF LIVESTOCK FARM WITH GREENHOUSE

Запропоновано систематизацію енергозберігаючих заходів для сільськогосподарських підприємств за видом енергії та за процесом, в якому енергія бере участь. Показано, що доцільно розглядати зниження витрат на енергоресурси в процесах виробництва енергії та її споживання комплексно. Пошук комбінації енергозберігаючих заходів та вибір джерел енергопостачання підприємств агропромислового комплексу запропоновано у вигляді задачі оптимізації з критерієм мінімальних витрат на енергоресурси. Додатково для зниження витрат на енергоресурси сільськогосподарських підприємств розглядається можливість впровадження енергогенеруючого обладнання з використанням нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії у вигляді продуктів життєдіяльності великої рогатої худоби та сільськогосподарських рослинних відходів та продаж надлишку електроенергії в оптовий ринок за "зеленим" тарифом та теплової енергії за договірною ціною.

Energy saving measures systematize for farms by type of energy and the process, in which energy is involved, is proposed.

It is shown that reduce energy costs in the processes of energy production and its consumption should be considered comprehensively.

Search of combination of energy saving measures and choice of energy sources for agricultural enterprises is offered in the form of the optimization problem with the criterion of minimum energy costs.

The possibility of power generating equipment introduction using alternative and renewable energy sources in the form of cattle and agricultural plant waste and selling surplus electricity in the wholesale market for the "green" tariff and heat at a bargain price is considered additionally to reduce energy costs farms.

*Ключові слова: витрати на енергоресурси, енергозбереження, енергопостачання, собівартість енергії.*

*Key words: energy costs, energy saving, energy supply, cost of energy.*

#### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В Україні близько 70% території займають сільськогосподарські угіддя; продукти сільського господарства і промислові товари, виготовлені з сільськогосподарської сировини, становлять 75% фонду національного споживання [4, с. 111]. На 2015 рік агропромисловий комплекс забезпечує 14% ВВП і є основною експортною галуззю країни, в той час як державна підтримка аграрного сектора порівняно з країнами Європейського Союзу, США, Канадою та Японією майже відсут-

ня [1]. Тому одним з варіантів збереження конкурентоспроможності підприємств агропромислового комплексу на внутрішньому та зовнішньому ринках є пошук шляхів зниження витрат.

Стрімке зростання цін на енергоресурси в умовах непроголошеної війни з Росією, можливість переорієнтації на вирощування культур, які переробляються на біопаливо, або використання продуктів життєдіяльності великої рогатої худоби та сільськогосподарських рослинних відходів для автономного енергозабезпечення підштовхують до пошуку шляхів зниження витрат підприємств АПК у частині витрат на паливно-енергетичні ресурси.

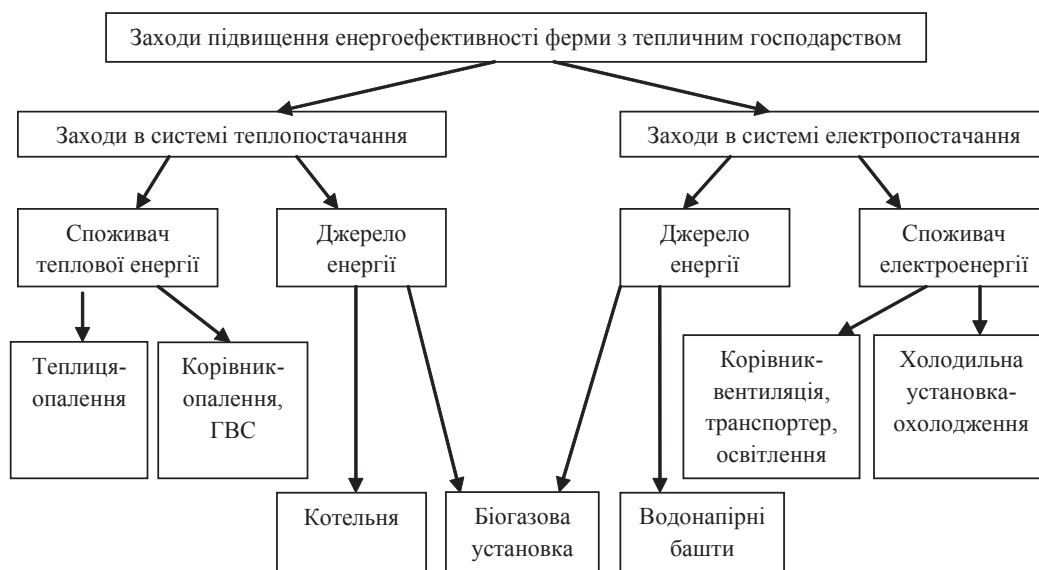


Рис. 1. Шляхи підвищення енергоефективності підприємства агропромислового комплексу

Авторська розробка.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

При наявному стані інженерних споруд та будівель потенціал енергозбереження окремих сільськогосподарських підприємств сягає до 70% [8], що потребує значних інвестицій. В той же час забезпечення власним незалежним джерелом енергії завдяки переробці органічних відходів вважають чи не найкращим варіантом підвищення енергоефективності підприємств агропромислового комплексу. Створені умови для підтримки виробників електроенергії з біомаси: "зелений" тариф на відпуск електроенергії в оптовий ринок електроенергії на вересень 2015 року складає 2960,2 грн./МВт год, що в 4,7 рази вище за середню ціну продажу електроенергії виробниками [3].

Питання з оптимізації енергозабезпечення від декількох автономних енергоустановок розглядається у роботі [5], проте недостатньо розглянутим на нашу думку залишається питання оптимізації енергозабезпечення та енергозбереження, які тісно взаємопов'язані і спричиняють протилежні за економічною суттю наслідки. Тому для сільськогосподарських підприємств доцільним є пошук оптимальної комбінації енергозберігаючих заходів та джерел енергозабезпечення, що супроводжуватимуться мінімальними витратами на паливно-енергетичні ресурси.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Розглянути доцільність оптимізації енергозбереження та енергозабезпечення з критерієм мінімальних витрат на паливно-енергетичні ресурси на прикладі тваринницької ферми з тепличним господарством.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Енергозабезпечення та енергозбереження як процеси тісно взаємопов'язані між собою, проте спричиняють протилежні за економічною суттю наслідки: підвищення ефективності процесів виробництва енергії знижує її собівартість, і робить менш ефективними заходи з енергозбереження, і навпаки, реалізація енергозберігаючого потенціалу підприємства призводить до зниження обсягів енергоспоживання, при цьому падає ККД енергогенеруючого обладнання, і зростає собівартість виробництва енергії. Підбір обладнання недостатньої потужності може спричинити дефіцит енергії для підприємства, що відповідає принципам обмеження енерговикористання, а не енергоефективності. Натомість неповна реалізація енергозберігаючого потенціалу (часткове впровадження енергозберігаючих заходів) викликає додаткові поточні витрати, які зростатимуть одночасно з підвищенням вартості енергоресурсів.

Аналіз шляхів підвищення енергоефективності тваринницької ферми з тепличним господарством та праць вітчизняних та закордонних вчених показав, що всі рішення можна систематизувати наступним чином:

— за видом енергії або за підсистемою електропостачання:

- 1) заходи в системі електропостачання;
- 2) заходи в системі теплопостачання;

— за процесом, в якому енергія бере участь:

1) заходи, що сприяють економії енергії в процесі споживання;

2) заходи, що призводять до зниження собівартості енергії в процесі її отримання.

Ця систематизація заходів приведена на рисунку 1.

Спалювання 1 м<sup>3</sup> біогазу в сучасних когенераційних установках дає змогу отримати 2,4 кВт·год електроенергії та 2,8 кВт·год теплової енергії у вигляді гарячої води [6, с. 141]. Отже, для тваринницької ферми, яка при утриманні великої рогатої худоби у кількості 2000 голів має приблизно 25000 тонн органічних відходів з вологістю 85%, що складає приблизно 70 т/добу, когенераційна установка може виробляти 6700 кВт·год електроенергії на добу, враховуючи 1200 кВт·год/добу на власні потреби установки та 8820 кВт·год теплової енергії, з якої 65% (5720 кВт·год/добу) теплової енергії використовується на підтримку температурного режиму виробництва біогазу. Надлишок електроенергії може реалізуватися в електромережу за зеленим тарифом.

У залежності від обсягів енергоспоживання та потужності когенераційної установки альтернативним варіантом або бівалентним джерелом енергії можуть бути котли на біопаливі (брикетована солома), що також є актуальним напрямком модернізації системи виробництва тепла для потреб ферми. Оскільки потужність котлів залишається попередньою, а змінюється лише вид палива, це дасть змогу знизити собівартість теплової енергії для підприємств агропромислового комплексу.

Натомість при впровадженні проектів енергозбереження є можливість знизити не тільки собівартість теплової енергії за рахунок вибору джерела енергії, але й знизити кількість теплової енергії, що споживається фермою. Серед енергозберігаючих проектів, що призведуть до зниження споживання теплової енергії впровадження біогазової установки, ізоляція паропроводу, оновлення склопакетів теплиці, зовнішня теплоізоляція теплиці, зашторювання теплиці для скорочення втрат тепла в нічний час доби і холодну пору року [8]. Реалізація всіх проектів енергозбереження дасть змогу суттєво знизити потужність енергогенеруючого обладнання.

Через велику кількість комбінацій можливих джерел забезпечення енергетичних потреб тваринницької ферми з тепличним господарством, їх потужності та шляхів енергозбереження, оптимальний варіант варто шукати за допомогою оптимізації [2; 5].

У системі енергозабезпечення підприємства є  $i=1...n$  вузлів джерел виробництва енергії та

$j=1...m$  вузлів споживачів. За умовами задачі оптимізації потужність кожного джерела з  $n$  складає  $A_i$ , потужність кожного з  $m$  споживача —  $B_j$ . Оптимальний варіант відображає мінімальні витрати підприємства на енергоресурси від  $i$  джерел на  $j$  потреби, які визначаються добутком обсягу енергії на собівартість її виробництва. Остання залежить не тільки від технологій, але і від потужності обладнання, а в деяких випадках і від способу доведення енергії до споживачів.

Для мінімізації витрат підприємства на енергоресурси скористуємось цільовою функцією транспортної задачі [2, с. 137], яка з урахуванням використання потужності обладнання має вигляд:

$$Z = \sum_{i=1...n} \sum_{j=1...m} Z_{ij} \cdot (X_{ij} \cdot T_{npus}) \rightarrow \min \quad (1),$$

де  $Z_{ij}$  — собівартість виробництва енергії, грн./кВт·год;

$X_{ij}$  — потужність енергетичного обладнання, яка буде задовольняти потреби в енергії за графіком її споживання, кВт;

$T_{npus}$  — приведена кількість годин споживання енергії при максимальній потужності обладнання, годин.

Під час формулювання обмежень транспортної задачі враховуємо неможливість одночасної реалізації альтернативних проектів щодо джерел енергозабезпечення, реалізацію програми енергозбереження в повному обсязі або частково, а також використання біогазової установки як джерела енергії моно- або бівалентно з іншим джерелом шляхом введення додаткових умовних змінних, які приймають значення "1" при виборі альтернативи та "0" при відмові від неї.

Обмеження для даної задачі оптимізації:

$$\sum_{j=1...m} X_{ij} = A_i \quad (2),$$

$$\sum_{i=1...n} X_{ij} = B_j \quad (3),$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (4),$$

$$X_{ij} = 0 \quad (5),$$

$$\sum_{j=1}^g y_{jf} = 1 \quad (6),$$

$$\sum_{k=1}^p y_{ik} = 1 \quad (7),$$

де (2) — для кожного  $i$ -го джерела сума потужностей, що виробляє енергію на всі  $j=1...m$  потреби, дорівнює потужності  $A_i$  джерела;

(3) — для кожного  $j$ -го споживача сума потужностей, що передається від всіх  $i=1...n$  джерел, дорівнює потужності  $B_j$  цього споживача;

(4) — всі шукомі потужності є невід'ємними;

(5) — неможливість використання  $i$ -го обладнання на  $j$ -потребу;

(6) — вибір альтернативного варіанта впровадження енергозберігаючих заходів серед  $f$  альтернатив;

(7) — вибір альтернативного джерела енергозабезпечення серед  $g$  альтернатив.

З урахуванням додаткових умовних змінних та зниження витрат за рахунок продажу надлишку енергії цільова функція витрат на енергетичні ресурси приймає наступний вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p \sum_{f=1}^g T_{првij} \cdot y_{ik} \cdot y_{jf} (Z_{ij} \cdot X_{ij} \cdot -C_{W(Q)} \cdot (A_i - B_j)) \rightarrow \min. \quad (8)$$

де  $C_{W(Q)}$  — ціна продажу електричної (теплової) енергії, грн./кВт год.

Розглянемо вибір джерела енергозабезпечення та доцільного рівня енергозбереження, які відповідатимуть мінімальним енерговитратам, на прикладі підприємства N [8]. Підприємство N являє собою тваринницьку ферму на 2000 голів худоби, яка працює з виробництвом молочного скота та молока, з тепличним господарством 10000 м<sup>2</sup>, що вирощує сільськогосподарські культури. Відходи худоби становлять 70 т/добу на все поголів'я та рослинні відходи — 130 кг з м<sup>2</sup> на рік. Структура споживання теплової та електричної енергії за об'єктами і процесами на фермі наведена у таблиці 1.

Собівартість виробництва 1 кВт·год енергії  $Z_{ij}$  визначаємо наступним чином:

— у некомбінованому (котел на біопаливі) циклі, грн//кВт·год:

$$Z_{ij} = \frac{B_{\Sigma W(Q)}}{W_{кор}(Q_{кор})} \quad (9)$$

де  $B_{\Sigma W(Q)}$  — сукупні витрати на виробництво електричної (теплової) енергії, грн.;

$W_{кор}(Q_{кор})$  — обсяг корисно доведеної до споживача електричної (теплової) енергії, кВт·год.

— у комбінованому (біогазова когенераційна установка) циклі, грн/кВт·год:

$$Z_{ijW(Q)} = \frac{B_{уз}}{W_{кор} + Q_{кор}} \cdot W_{кор}(Q_{кор}) + \frac{B_{уп}}{P_{ном} + N_{ном}} \cdot P_{ном}(N_{ном}), \quad (10)$$

де  $B_{уз}$ ,  $B_{уп}$  — умовно-змінні та умовно-постійні витрати на виробництво електричної (теплової) енергії, грн.;

$P_{ном}$ ,  $N_{ном}$  — номінальна електрична та тепла потужність генеруючого обладнання відповідно, кВт.

Таблиця 1. Річне споживання енергії та потужність об'єктів підприємства N

Вид енергії	Об'єкт енергоспоживання	Процес	Об'єм енергії, що споживається, тис. кВт·год
Теплова	Корівник	Опалення	320
		ГВС	224
	Теплиця	Опалення	7000
	Адміністративні будівлі	Опалення	76
ГВС		53	
Всього			7673
Електрична	Корівник	Вентиляція	171
		Транспортер навозу	109
		Освітлення	14
	Теплиця	Освітлення	1236
	Холодильна камера	Охолодження	256
Адміністративні будівлі	Освітлення, побутові потреби	20	
Всього			1806

У таблиці 2 представлено результат розрахунку собівартості енергії для альтернативних варіантів енергозабезпечення при різних значеннях потужності, що споживається об'єктом, в результаті повного або часткового впровадження енергозберігаючих заходів, де  $N_{БК1} \div N_{БК3}$  — потужність біопаливного котла, підібрана за потребами об'єктів енергоспоживання  $(N_{Т3} + N_{К3} + N_{Б3}) \div (N_{Т1} + N_{К1} + N_{Б1})$ , яка відображає потужність енергоспоживаючого обладнання при альтернативних варіантах впровадження енергозберігаючих технологій (базовий варіант без енергозбереження, часткова реалізація енергозберігаючих заходів та реалізація 100% енергозберігаючого потенціалу відповідно).

Згідно з даними таблиці 2 найменшу собівартість електричної енергії забезпечує біогазова установка (0,63 грн./кВт·год), теплової — біопаливний котел (0,324÷0,451 грн./кВт·год), в той час як від діючої котельні на вугіллі варто відмовитися, оскільки при впровадженні енергозберігаючих технологій за рахунок зниження ККД при падінні обсягів енергоспоживання собівартість виробництва енергії зростає з 0,688 до 0,87 грн./кВт·год на 20%.

Витрати на енергетичні ресурси, визначені за виразом (1), складають 3,383 млн грн. Оптимальний варіант, який відповідає мінімальним витратам, визначений за допомогою пошуку рішень Microsoft Excel [7, с. 115—116] містить такі рішення: за рахунок впровадження енергозберігаючих рішень для теплиці встановлюється котел на соломі потужністю 600 кВт,

енергозабезпечення корівника та допоміжних будівель після 100% реалізації запропонованих заходів з енергозбереження (зниження потреби в тепловій енергії на 69%) здійснюється від біогазової установки, яка також повністю покриває потреби в електричній енергії. Надлишок електричної енергії (280—400 тис кВт·год) відпускається в мережу за зеленим тарифом, що складає 2960,2 грн./МВт·год, надлишок теплової енергії (998 тис кВт·год) — місцевим споживачам за договірною ціною (1000÷1500 грн./Гкал). Результати розрахунку основних показників знайденого оптимального варіанту енергозбереження та енергозабезпечення підприємства та порівняння з базовим варіантом наведено у таблиці 3.

При використанні комплексного підходу до енергозбереження та енергозабезпечення тваринницької ферми з тепличним господарством спостерігається зниження щорічних витрат на енергоресурси з 7,9 млн грн. до 3,4 млн грн. на 57%. Додаткове отримання доходів від продажу енергії у розмірі 1,9÷2,9 млн грн. є суттєвим стимулом пошуку оптимальної комбінації варіантів енергозабезпечення та енергозбереження.

При капітальних вкладеннях у проект підвищення енергоефективності підприємства, що включає всі обрані за оптимальним варіантом заходи, близько 30 млн грн. щорічний грошовий потік становить 6555÷7486 млн грн. і забезпечує термін окупності проекту 4÷4,5 років залежно від обсягів виробництва та продажу енергії, розміру тарифів на енергоресурси, що є доволі прийнятним для інвесторів показником.

Таблиця 2. Розрахункова собівартість енергоресурсів, грн./кВт·год

Джерела забезпечення		Потужність споживача $B_j$ , кВт										
		W	$Q_{тепліці}$			$Q_{корівник}$			$Q_{будівлі}$			
		$P=208$	$N_{11}=1640$	$N_{12}=950$	$N_{13}=505$	$N_{k1}=125$	$N_{k2}=71$	$N_{k3}=40$	$N_{b1}=25$	$N_{b2}=14$	$N_{b3}=9$	
Потужність джерела $A_i$ , кВт	Діюча котельня (вугілля)	N=1800	-	0,688	0,781	0,87	0,688	0,781	0,87	0,688	0,781	0,87
	Біогазова установка	P=288	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N=187	-	0,804	0,784	0,762	0,745	0,72	0,705	0,68	0,671	0,663
	Котел на біопаливі (солома)	$N_{bk3}=1800$	-	0,324	-	-	0,324	-	-	0,324	-	-
		$N_{bk2}=1000$	-	-	0,39	-	-	0,39	-	-	0,39	-
		$N_{bk1}=600$	-	-	-	0,451	-	-	0,451	-	-	0,451
	Електрична мережа	$P=\infty$	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 3. Порівняння показників базового та оптимального варіанту

Показник		Базовий варіант	Оптимальний варіант
Споживання енергії, тис. кВт·год $X_{ij} \cdot T_{прієј}$	теплової	7673	2374
	електричної	1806	1806
Витрати на енергію, тис. грн. $Z_{ij} \cdot (X_{ij} \cdot T_{прієј})$	теплову	5278,3	1122,6
	електричну	2672,9	2260,4
	всього	7951,2	3387
Надлишок потужності, кВт $A_i - B_j$ (енергії, тис. кВт·год) $(A_i - B_j) \cdot T_{прієј}$	теплової	-	233 (998)
	електричної	-	80 (280÷400)
Доходи від продажу енергії, тис. грн. $(A_i - B_j) \cdot T_{прієј} \cdot C_{W(Q)}$	теплової	-	1161÷1742
	електричної	-	830÷1180
	всього	-	1991÷2922

**ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ  
І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК  
У ДАНОМУ НАПРЯМІ**

Зниження витрат на паливно-енергетичні ресурси сільськогосподарських підприємств доцільне як у процесі виробництва енергії, так і в процесі її споживання. Суперечність цих процесів за суттю та протилежність отримуваних наслідків зумовлюють необхідність комплексного підходу. Проведені на прикладі підприємства N розрахунки показали, що в оптимальному рішенні враховуються:

- джерела з найменшою вартістю виробництва енергії для зниження поточних витрат;
- повна реалізація енергозберігаючого потенціалу для зниження майбутніх поточних витрат;
- реалізація надлишку електроенергії в оптовий ринок електроенергії за "зеленим" тарифом та теплової енергії місцевим споживачам за договірною ціною.

Цільова функція витрат на паливно-енергетичні ресурси порівняно з базовим варіантом знизилась на 57%, додаткові доходи від продажу надлишку енергії знижують зазначені витрати ще на 25÷35%, а показники економічної ефективності комплексного рішення підвищення енергоефективності тваринницької ферми з тепличним господарством можна вважати привабливим для інвесторів, що дозволяє пропонувати такий підхід для мінімізації витрат на паливно-енергетичні ресурси і для інших підприємств галузі.

**Література:**

1. Бакуменко О. Сільське господарство України: напередодні продовольчої кризи // Forbs. Україна [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://forbes.net.ua/ua/opinions/1401679-silske-gospodarstvo-ukrayini-napredodni-prodovolchoyi-krizi>
2. Братковська К.О. Щодо мінімізації витрат на енергоресурси підприємств водопостачання та водовідведення на мікроекономічному рівні / К.О. Братковська // Актуальні проблеми економіки. — 2015. — № 8 (170). — С. 133—143.
3. ДП "Енергоринок". Аналіз цін в ОРЕ [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.er.gov.ua/doc.php?f=3144>
4. Забуранна Л.В. Фактори впливу на процес формування стратегії економічного розвитку АПК / Л.В. Забуранна, Н.В. Попрозман // Актуальні проблеми економіки. — 2015. — № 8 (170). — С. 111—118.
5. Майков І.Л. Решение задач оптимизации энергетических систем с несколькими авто-

номними энергоустановками / И.Л. Майков, Л.Б. Директор, В.М. Зайченко // Управление большими системами. — 2011. — № 31. — С. 110—129.

6. Маслеева О.В. Экологическая и экономическая целесообразность использования биотоплива/ О.В. Маслеева, Г.В. Пачурин // Технические науки. — 2012. — № 6. — С. 139—144.
7. Медведев М.Г. Два підходи до розв'язання економічних задач оптимізації з допомогою Microsoft Excel / М.Г. Медведев, В.В. Листопад, В.П. Шоха // Інтелект ХХІ. — 2014. — № 2. — С. 111—118.
8. KAZSEFF Повышение рентабельности животноводческой фермы с тепличным хозяйством [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.journal.esco.co.ua/2011\\_7/art106.pdf](http://www.journal.esco.co.ua/2011_7/art106.pdf)

**References:**

1. The official site of Forbs.Ukraine (2015), "Agricultural Ukraine: before the food crisis" by Bakumenko O., available at: <http://forbes.net.ua/ua/opinions/1401679-silske-gospodarstvo-ukrayini-napredodni-prodovolchoyi-krizi> (Accessed 08 October 2015).
2. Bratkovska, K.O. (2015), "About minimizing energy costs of water utilities and wastewater enterprise at the microeconomic level", Actual problems of economics, vol.8(170), pp. 133—143.
3. The official site of State enterprise "Energy Market" (2015), "Analysis of prices on the wholesale electricity market", available at: <http://www.er.gov.ua/doc.php?f=3144> (Accessed 08 October 2015).
4. Zaburanna, L.V. and Poprozman, N.V. (2015), "Pressure on the process of economic development strategy for agriculture", Actual problems of economics, vol. 8 (170). pp. 111—118.
5. Maykov, I.L. and Dyrektor, L.B. and Zaychenko, V.M. (2011), "Solution of problems with optimization of power systems with several autonomous powersources", Upravlenie bolshimi sistemami, vol. 31, pp. 110—129.
6. Masleeva, O.V. and Pachuryn, H.V. (2012), "The environmental and economic feasibility of the biofuels use", Tehnicheskie nauki, vol. 6, pp. 139—144.
7. Medvedev, M. G. and Lystopad, V.V. and Shoha, V.P. (2014), "Two approaches to the solution of economic optimization problems using Microsoft Excel", Intelekt XXI, vol. 2, pp. 111—118.
8. The official site of KAZSEFF (2015), "Increased profitability of livestock farms with greenhouse farming", available at: [http://www.journal.esco.co.ua/2011\\_7/art106.pdf](http://www.journal.esco.co.ua/2011_7/art106.pdf) (Accessed 01 October 2015).

*Стаття надійшла до редакції 12.10.2015 р.*