

УДК 332.155.64

Гевко Р.Б.,
д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри менеджменту
біоресурсів і природокористування,
Дзядикевич Ю.В.,
д-р техн. наук, професор, професор кафедри менеджменту
біоресурсів і природокористування,
Градовий В.В.,
аспірант кафедри менеджменту
біоресурсів і природокористування,
Тернопільський національний економічний університет

НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Постановка проблеми. Вітчизняна продукція сільськогосподарського виробництва не є конкурентоспроможною на світовому ринку, а попит має в основному сировина (зерно, соняшник, ріпак, кукурудза). Перед Україною стоїть складне завдання – знизити до 2030 року енергомісткість національного продукту до середньосвітового рівня. З огляду на це, дослідження напрямів, які впливають на ефективність роботи аграрних підприємств є досить актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема підвищення ефективності агропромислових підприємств в Україні була висвітлена в роботах українських вчених, а саме: І.Г. Кириленка [1], П.М. Макаренка [2], Ю.Ф. Мельника і П.Т. Саблука [3] та В.Я. Месель-Веселяка [4-6]. Однак у даних працях висвітлені окремі елементи, які впливають на роботу агропідприємств. У зв'язку з тим, проблема підвищення ефективності роботи підприємств аграрної сфери потребує подальшого дослідження.

Постановка завдання. Метою роботи є визначення напрямів підвищення ефективності роботи аграрних і переробних підприємств шляхом впровадження на них енергозберігаючих заходів та енергоефективних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. На підставі аналізу згаданих вище літературних джерел можна запропонувати такі основні напрями підвищення ефективності роботи підприємств аграрної сфери.

1. Одним із них є застосування для виробничих процесів високоенергетичного, екологічно чистого та дешевого біопалива на основі біодизеля та біетанолу. Необхідно зазначити, що собівартість 1 т дизельного пального з ріпаку становить 3700 грн, а з нафти – 6000 грн. Для виробництва дизельного пального з власної сировини потрібно 4,4 млрд грн, а з нафти – 7,2 млрд грн. Для забезпечення виробничих процесів агропідприємств потрібно 10–12 млн т біопалива. Для виробництва 1 млн т біодизеля потрібно 2,5 млн т насіння ріпаку. Із площі 3 млн га посіву ріпаку одержують до 7,5 млн т насіння, з якого можна виробити 3 млн т біодизеля, 4,4 млн т шроту і 0,5 млн т гліцерату натрію. Шрот використовують як концентрований корм для худоби, а гліцерат натрію – як пальне, причому його теплотворна здатність вища, ніж у природного газу. Економія при використанні біодизеля сягає 11,6 млрд грн [7].

2. Досвід розвинутих країн світу свідчить, що перспективним напрямом, який підвищує ефективність сільськогосподарського виробництва є застосування поновлюваних джерел енергії, оскільки вони мають низку переваг порівняно з органічними енергоносіями, а саме: вони практично невичерпні, не забруднюють довкілля, відпадає необхідність у добуванні, переробці та доставці палива, не використовується вода для охолодження, відсутні відходи (зола та продукти розпаду), не потрібно дефіцитних високотемпературних матеріалів, за винятком сонячних концентраторів тепла, можуть працювати без обслуговування, відсутність потреби у транспортуванні енергії [8; 9].

Необхідність у використанні поновлювальних джерел енергії визначається такими чинниками: швидким ростом потреб електричної енергії; вичерпанням найближчим часом розвіданих запасів органічного палива; забруднення довкілля оксидами азоту, сірки та вуглецю, пиловидними залишками палива після згоряння, радіоактивним забрудненням і тепловим перегрівом при використанні ядерного палива.

Серед різних видів поновлюваних джерел енергії великий інтерес викликає можливість використання сонячної енергетики для забезпечення агропідприємств електричною енергією. Практичний досвід розвинутих країн Європи та світу свідчить про те, що використання енергії Сонця

дозволяє зекономити дорогу електроенергію, яка виробляється генеруючими компаніями та стати незалежними від них. Для цього широко використовують різні варіанти сонячних батарей [10–12].

Сонячна батарея призначена для прямого перетворення сонячної енергії в електричну, що здійснюється за допомогою фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). «Фотогальванічні комірки» – це напівпровідникові фотоелементи, які призначені для перетворення світлового випромінювання у видимому та ближньому інфрачервоному спектральному діапазоні у електричний струм за допомогою явища внутрішнього фотоелефекту. ФЕП перетворюють енергію за схемою: *енергія оптичного випромінювання* → *електрична енергія*. Основною характеристикою ФЕП є ефективність фотоелектричного перетворення. Коефіцієнт корисної дії (ККД) для промислових ФЕП є в межах від 7 % до 18 %, а в лабораторних розробках він сягає величини 39-43 %. До переваг сонячних фотоенергетичних систем можна віднести [13; 14]:

- доступність і невичерпність сонячного випромінювання як джерела енергії;
- повну екологічну безпеку для навколишнього середовища (існує мала імовірність нагрівання атмосфери над фотоелектростанцією);
- економічність процесу використання ФЕП;
- мінімальний рівень планового технічного обслуговування та високу надійність (близько 25-50 років для якісних фотоелементів, із втратою по потужності до 80 % від початкової).

Водночас сонячні фотоелектричні системи, незважаючи на їх переваги, мають низку недоліків, а саме:

- залежність від погоди, часу доби та пори року, і, як наслідок, необхідність акумулювання енергії;
- порівняно висока вартість конструкції на сьогоднішній день (до 3-5\$/1Вт потужності всієї системи), однак цей показник постійно знижується, враховуючи широке впровадження ФЕП у сучасному світі;
- необхідність періодичного очищення поверхні батарей від пилу та атмосферних опадів.

Однак переваги від процесу отримання сонячної електроенергії значно більші і вони мають якісний і кількісний характер, що було оцінено світовими виробниками сучасних технологій та оптоелектроніки. Нині у світі існує близько 700 компаній виробників сонячних панелей для промислового і побутового секторів [14].

На даний час широкого поширення отримали 3 види фотоелектричних перетворювачів і сонячних батарей на їх основі [15-18]:

- ФЕП на основі монокристалічного кремнію;
- ФЕП на основі полікристалічного кремнію;
- тонкоплівкові ФЕП на основі аморфного кремнію (у вигляді тонкої плівки кремнію).

У більшості ФЕП основним елементом є аморфний кремній, який дозволяє досягати ККД до 7-12%. У якісних ФЕП, із яких будують промислові сонячні енергосистеми, використовується монокристалічний або полікристалічний кремній із технологічним ККД 14-16 % [13–15]. Різниця між монокристалічними та полікристалічними кремнієвими ФЕП складає 1-3 % ККД. Це можна пояснити тим, що полікристалічні фотопластики більш толерантні до косих, а не ортогональних світлових промінів (краще сприймають розсіяне та кутове світло), середній виробіток у таких типах ФЕП практично однаковий, як і їх вартість в останніх комерційних марках.

Нами були проаналізовані експлуатаційні характеристики типів фотоелектричних перетворювачів, які представлені в таблиці 1 [15-19].

ФЕП на основі монокристалічного кремнію характеризуються високим ККД (17-19 %) і високою надійністю (25-50 років роботи), однак є досить дорогими та складними у виготовленні.

ФЕП на основі полікристалічного кремнію та тонкоплівкові ФЕП на основі аморфного кремнію мають високу технологічність і більш низьку вартість порівняно з ФЕП на основі монокристалічного кремнію. Однак ці типи фотоелектричних перетворювачів характеризуються низьким ККД і нестабільністю параметрів, а ФЕП на основі аморфного кремнію є ненадійними і мають незначний термін служби.

У Південній Кореї була розроблена принципово нова RGB-технологія тонкоплівкових модулів, що може значно сприяти масовому їх застосуванню за рахунок здешевлення і збільшення енергоємності. Сонячні елементи складаються з 3 кольорових шарів наногранул із діоксиду титану. Завдяки кількості шарів нові сонячні елементи можуть збирати видиме світло в трьох найбільш активних спектральних областях довжин хвиль – червоної, синій і зеленої. У результаті сонячний фотоелемент виробляє електроенергії майже в 3 рази більше, ніж звичайні тонкоплівкові фотоелектричні панелі. Високе світлопропускання дозволяє розташовувати їх на дахах і вікнах житлових будинків, що не перешкоджає природному освітленню. Для створення цих елементів використовувався метод хроматографії і зовсім не використовується кремній. Це робить виробництво недорогим і не залежним від вичерпних природних ресурсів. Товщина готової плівки складає всього 20 нанометрів, вона здатна виробляти до 30 міліампер електроенергії з кожного квадратного сантиметра. ККД ФЕП на основі RGB-технології складає 17-18 % [16].

Таблиця 1

Експлуатаційні характеристики фотоелектричних перетворювачів

Тип ФЕП	Переваги	Недоліки	Сфера використання
На основі монокристалічного кремнію	- високий ККД (17-19%); - висока надійність (25-50 років роботи); - стабільність параметрів протягом тривалого часу (падіння потужності до 80% після 25 років експлуатації)	- висока вартість (2,5 – 3,3 \$/Вт); - низька технологічність; - висока чутливість до рівня та кута джерела світла; - висока енергозатратність технології виготовлення	1) промислові сонячні енергосистеми; 2) сонячні електростанції; 3) системи живлення космічних апаратів; 4) високоякісні приватні сонячні енергосистеми
На основі полікристалічного кремнію	- низька вартість (2,1 – 2,8 \$/Вт); - висока технологічність; - стабільність параметрів	- низький ККД (15 – 17%); - низька стабільність експлуатаційних параметрів	1) забезпечення якісних сонячних енергосистем; 2) малі електростанції; 3) розташування на дахах будинків; 4) фотоелектричні побутові пристрої
На основі аморфного кремнію	- висока технологічність - низька вартість (1,5 – 2,4 \$/Вт)	- низький ККД (7-11%); - нестабільність параметрів; - низька надійність; - ресурс 5-8 років	1) застосування в приватних сонячних енергосистемах; 2) системи світлодіодного побутового освітлення

Джерело: систематизовано за [15-19]

Сонячні батареї для промислового використання найбільш часто застосовуються у вигляді модульних конструкцій, які монтується на технологічних площадках і дахах будівель. Залежно від ККД матеріалу, різні типи сонячних панелей будуть мати різні робочі площі для отримання одного для всіх умовного значення потужності. Промислові батареї збираються з окремих елементів, що з'єднуються проводами, після чого розміщуються між скляними пластинами і полімерними плівками для захисту. Тонкоплівкові елементи випускають у готових герметичних корпусах, що забезпечують автоматичне позиціонування комірок ФЕП. Ціна батареї складає близько 2–3 \$ на 1 Вт номінальної потужності. При промисловій генерації електрики за допомогою фотоелементів ціна за кВт·год складе 0,2–0,25 дол. Європейська Асоціація Фотовольтаїки EPIA (European Photovoltaics Association) вважає, що до 2020 року вартість електроенергії, виробленої "сонячними батареями", знизиться до рівня менше як 0,10 € за 1кВт·год для промислових установок [20; 21].

Тонкоплівкові батареї є невибагливими до затемнення та до вищих робочих температур, що характерно для роботи під яскравим сонцем. Але в тонкоплівкових ФЕП є вагомий недолік – щоб одержати такий же рівень енергії, як у кристалічних батареях, потрібна велика площа поверхні, оскільки в них низький ККД. Для промислового та приватного використання найчастіше застосовуються модулі з полікристалічного та монокристалічного кремнію.

Одним із найбільш економічно ефективних поновлюваних джерел енергії є застосування в сільськогосподарському виробництві енергії вітру. В Україні енергію вітру використовували з давніх-давен. У 1917 році в країні було біля 30 тис. вітряних млинів, потужність яких складала біля 200 тис. кВт. За радянських часів застосування вітроенергетики було зведено до нуля. Лише після 90-х років ситуація з вітроенергетикою в Україні змінилася на краще [8]. Практичне застосування на сьогоднішній день мають дві принципово різні конструкції вітроустановок: із горизонтальною та вертикальною віссю обертання. Однак найбільш часто застосовуються вітроустановки з горизонтальною віссю. Завдяки спеціальній конфігурації вітроприймального пристрою у повітряному потоці виникають несиметричні сили, що створюють крутний момент. Залежно від потужності генератора вітроустановки поділяються на три класи: малої потужності (до 20 кВт), середньої – до 600 кВт і високої – до 4000 кВт. Питомі капітальні витрати для станцій малої потужності є в межах 800–1000 дол. США за 1 кВт встановленої потужності та зменшуються зі збільшенням потужності установки. Термін окупності вітроустановки, залежно від місцевості, забезпеченості комунікаціями, потужності установки тощо – від 3 до 8 років. Вітроустановки виробляють електроенергію, практично не забруднюючи довкілля, але вплив на нього все ж таки мають, а саме: для будівництва відводяться значні території, змінюється ландшафт, виникають шумові ефекти та створюються радіоперешкоди. Відстань від вітроагрегату до житлових будинків повинна бути не менше 150 м. Для будівництва в Україні вітроенергетичних станцій великої потужності найбільше підходять такі регіони, як Крим, Карпати, Донбас, узбережжя Чорного і Азовського морів.

Одним із шляхів поповнення і часткової заміни традиційних видів палива є використання біогазу, що дозволяє на сучасному рівні вирішити низку проблем, які виникають при утилізації відходів тваринницьких ферм [22].

Виробництво біогазу є для України найбільш перспективним напрямком використання енергії біомаси. Попередні оцінки потенційних запасів біогазу свідчать, що (при максимальному використанні органічних відходів і впровадженні сучасної техніки отримання біогазу) його частка в загальному використанні горючих газів може становити близько 10 %. Потенціал анаеробної ферментації може забезпечити 30 % потреб в енергії тваринницьких комплексів. При цьому окрім біогазу будуть отримані високоякісні добрива.

Біогаз – це суміш метану та вуглекислого газу, що одержується в спеціальних реакторах, які забезпечують максимальне виділення метану. Суттєвою перевагою переробки біомаси в реакторах є те, що у відходах біомаси міститься значно менше хвороботворних мікроорганізмів, ніж у вихідному матеріалі. Одержання біогазу економічно вигідно особливо у випадку переробки постійного потоку відходів (стоки тваринницьких ферм, боєнь і потік рослинних відходів). Біогаз можна одержувати в установках різних розмірів. Особливо вигідно використовувати біогаз в агропромислових комплексах, у яких є повний екологічний цикл. Біогаз використовують для освітлення, опалення, приготування їжі, для приведення в дію різних механізмів, транспорту, електрогенератора.

Найбільш ефективними технологіями виробництва біогазу є термохімічні: метанове зброджування, газифікація (піроліз), пряме спалювання.

Економічно найбільш вигідним є анаеробне зброджування, під час якого виробляється газ, який містить до 80 % метану і 20 % вуглекислого газу та невелику кількість сірководню, аміаку, водню і оксиду вуглецю (CO). Вміст енергії в біогазі безпосередньо залежить від кількості метану. Процес одержання метану з органічних відходів ґрунтується на роботі мезофільних штамів бактерій, з температурою життєдіяльності 30–40°C, і термофільних, з температурою 50–60°C. Переважна більшість метан генеруючих бактерій досягають максимальної швидкості росту в інтервалі температур 30–40°C. На практиці застосовують два режими метаногенезу: мезофільний і термофільний. При створенні та експлуатації біогазових установок вибір температурного режиму процесу метан генерації залежить не тільки від швидкості біохімічної активності процесу, але й від якості кінцевих продуктів, виходу біогазу, його складу та екологічних і економічних чинників.

Мікробіологічні технології використовують здатність метанових бактерій розкласти в безкисневому середовищі органічні речовини рослинного походження та утворювати з них біогаз. З 1 т сухих органічних речовин метанові бактерії продукують 200–600 м³ біогазу, що еквівалентно енергоємності 0,5–0,6 кг бензину або 0,77 кг у.п. (тобто 5–6 кВт·год електроенергії). Біогаз містить 50–80 % метану, має теплоту згоряння 5340–6320 ккал/кг (6,21–7,24 кВт·год/кг) і може використовуватися як паливо для газогенераторів і газових турбін із ККД до 80 %, а також для подальшого вироблення енергії (33 %) або палива (50 %).

Під час процесу переробки відходів, які використовуються як дешева енергохімічна сировина шляхом розчеплення, не відбувається забруднення довкілля, оскільки створюється замкнутий колообіг речовин і енергії. При цьому ступінь перетворення енергії органічних речовин у біогаз досягає 90 %, що в 3–4 рази перевищує даний показник при простому спалюванні рослинного палива в печах.

Послідовність процесу анаеробного зброджування органічних речовин (при відсутності кисню) проходить у такій послідовності. На першому етапі зброджування складні органічні полімери (клітини, білки, жири і ін.) під впливом різних видів анаеробних бактерій розкладаються на більш прості сполуки летких жирних кислот, нижчих спиртів, водню і оксиду вуглецю, оцтової та мурашиної кислот, метилового спирту. На другому етапі бактерії перетворюють органічні кислоти в метан, вуглекислий газ і воду.

Для нормального перебігу процесу анаеробного зброджування в реакторі повинні бути створені оптимальні умови: температура, анаеробні умови, достатня концентрація поживних речовин, допустимий діапазон значень рН і відсутність або низька концентрація токсичних речовин. Крім температурних умов на процес метанового зброджування та на кількість одержаного газу впливає тривалість обробки відходів. При експлуатації реакторів необхідно контролювати показник рН, оптимальне значення якого повинно бути в межах 6,7–7,6. Регулювання цього показника здійснюється шляхом добавляння вапна.

Найбільш ефективними є реактори, що працюють у термофільному режимі при 43–52°C. Якщо обробка гною триває 3 доби, то вихід біогазу складає 4,5 л на кожний літр корисного об'єму реактора. Для інтенсифікації процесу виділення біогазу у вихідну масу добавляють органічні каталізатори (глюкоза, целюлоза). Залишок, який утворюється в процесі одержання біогазу, містить у собі значну кількість поживних речовин і використовується як добриво.

Оскільки на сьогоднішній день спостерігається в Україні збільшення поголів'я тварин лише в дрібних фермерських і приватних господарствах, то перспективним напрямом є побудова малих високотехнологічних біогазових установок із об'ємом метантенків до 100 м³.

Сьогодні в Україні біогаз одержують в основному на установках очисних споруд каналізаційних стоків у Києві та Харкові. У США нараховується більше 10 біогазових заводів, а в Західній Європі – біля 1000 біогазових установок.

Газифікація біомаси. Процес газифікації часто називають термічною газифікацією, оскільки біомаса нагрівається в камері, в якій контролюється подача повітря. Регулювати подачу повітря досить важливо, оскільки може відбутися повне згоряння без виробництва газу. При нагріванні біомаси вивільнюються леткі гази, які є основою соломи і деревини. Найбільш енергоємними є оксид вуглецю, водень і метан, однак у порівнянні з природним газом, вони дають менше теплоти. Паливо перетворюється в газ внаслідок перебігу хімічних процесів: висушування, піролізу, спалювання (окислення) і відновлення. Газифікація біомаси може відбуватися як у протипотоковому, так і паралельному газифікаторах.

Протипотоковий газифікатор має низку переваг. Його конструкція досить проста, він може газифікувати паливо з відносно високим вмістом вологи. Недоліком його є високий вміст смоли в газі, що не дає можливості використовувати його в двигунах внутрішнього згоряння.

У паралельному газифікаторі вихідний отвір для газу знаходиться на дні, а зона відновлення – під зоною спалювання. Смола та інші продукти піролізу проходять через гарячу зону спалювання, а потім залишають газифікатор. На цій стадії смола приймає участь у процесі горіння і розкладається на леткі вуглеводні, внаслідок цього у відпрацьованому газі смола практично відсутня. Одержаний газ можна використати для двигунів внутрішнього згоряння після виведення із нього частинок сажі та попелу.

Спалювання біомаси. Більшість видів сухого біопалива можна спалити для одержання теплоти, однак за своїми характеристиками всі вони значно відрізняються від умовного палива. Вони мають низьку енергетичну здатність, різний хімічний склад і фізичні характеристики, а також можуть мати значну кількість матеріалу, що не спалюється.

Дерево і солома – це види палива, які в процесі горіння виділяють гази, що містять приблизно 80% теплоти і мають різні температури згоряння. Існує проблема повного спалювання цих газів, оскільки в багатьох випадках згоряє тільки їх частина, а решта виділяється у вигляді диму.

Повне згоряння газів відбувається при таких умовах:

- наявність високої температури;
- ефективне змішування газів із повітрям;
- достатній простір і час.

Побутові відходи поділяються на горючі та органічні. Органічні відходи безпосередньо не спалюються, а збираються для установок, для вироблення біогазу. Котли для спалювання біомаси мають різні конструктивні особливості залежно від способу спалювання палива, розміру та виду поверхонь, які сприймають тепло, систем підготовки палива, його спалювання та ін. Завдяки технологічній простоті та надійності котельні для спалювання біомаси є перспективним напрямом розвитку енергетики, особливо в Україні з великим об'ємом сільськогосподарського виробництва.

Розвиток біоенергетики України та поширення використання біопалива в сільському господарстві безсумнівно буде сприяти стабільному гарантованому забезпеченню сільгоспвиробників первинними та кінцевими енергоресурсами. При цьому з'являється можливість здобуття ними енергонезалежності, нехай не такої, як того би бажалось, але досить реальної. Передусім необхідно зробити конкретні кроки в напрямі практичної реалізації того великого потенціалу, що міститься в "біомасі" України.

Отже, використання біопалива (твердого, рідкого та газоподібного) є екологічно й економічно виправданий шлях ресурсо- та енергозбереження.

Висновки з проведеного дослідження. Аналізуючи фундаментальні й актуальні шляхи підвищення ефективності роботи аграрних підприємств, необхідно акцентувати увагу на таких напрямках: ефективного використання сонячної та вітрової енергії для забезпечення виробничих процесів агропідприємств електричною енергією.

Наведені дані для ефективності застосування різних типів фотоелектричних перетворювачів.

Проведена економічна оцінка виробництва та застосування біодизеля, біоетанолу, біогазу, а також енергії біомаси. Наведено технологічні процеси газифікації біомаси та спалювання біомаси, а також ефективного використання сільськогосподарських і побутових відходів.

Бібліографічний список

1. Актуальні проблеми аграрної реформи в Україні в умовах системної кризи світової економіки / І.Г. Кириленко, Ю.Ф. Мельник, М.В. Присяжнюк ; за ред. І.Г. Кириленко. – К. : Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки. – 2009. – 138 с.
2. Макаренко П.М. Цінова політика як фактор підвищення дохідності аграрного виробництва в умовах Світової організації торгівлі / П.М. Макаренко // Економіка АПК. – 2008. – № 5. – С. 44–48.
3. Мельник Ю.Ф. Агропромислове виробництво України: уроки 2008 року і шляхи забезпечення інноваційного розвитку / Ю.Ф. Мельник, П.Т. Саблук // Економіка АПК. – 2009. – № 1. – С. 3–15.
4. Месель-Веселяк В.Я. Вирівнювання економічних умов господарювання на землях різної якості / В.Я. Месель-Веселяк // Економіка АПК. – 2009. – № 3. – С. 97–102.

5. Месель-Веселяк В.Я. Дохідність і розширене відтворення в агропромисловому виробництві / В.Я. Месель-Веселяк // Економіка АПК. – 2008. – № 5. – С. 12–17.
6. Месель-Веселяк В.Я. Ефективність енергетичного самозабезпечення сільського господарства / В.Я. Месель-Веселяк // Економіка АПК. – 2009. – № 2. – С. 10–14.
7. Ключко В.М. Шляхи підвищення ефективності АПК України / В.М. Ключко // Економіка АПК. – 2013. – № 1. – С. 45–48.
8. Енергетичний менеджмент: підручник / Ю.В. Дзяди́кевич, Р.Б. Гевко, М.В. Буряк, Р.І. Розум. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2014. – 336 с.
9. Економіка довкілля і природних ресурсів : монографія / Ю.В. Дзяди́кевич, Б.О. Язлюк, Р.Б. Гевко [та ін.] ; за ред. Ю.В. Дзяди́кевича. – Тернопіль: Астон, 2016. – 392 с.
10. Nikolaidis Yiannis. Economic evaluation of energy saving measures in a common type of Greek building [Електронний ресурс] / Yiannis Nikolaidis, Petros A. Pilavachi, Alexandros Chletsis. – Режим доступу: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261909001640>.
11. Kenneth Gillingham. Energy Efficiency Economics and Policy [Електронний ресурс] / Kenneth Gillingham & Richard G. Newell & Karen Palmer – Режим доступу: <http://www.nber.org/papers/w15031>.
12. Пат. 99055 Україна, МКП Н02J 3/00. Спосіб енергоощадливого освітлення в сфері ЖКГ / Ю.В. Дзяди́кевич, Б.Р. Гевко. – № 20150052 заявл. 05.01.2015; опубл. 12.05.2015, Бюл. № 9. – 2 с.
13. Солнечная энергетика: обзор отрасли / по материалам компании Nitel Solar Limited [Електронний ресурс]. – Режим доступу World Wide Web: <http://nitelsolar.com/rusolarenergy/>.
14. Аналітичний огляд сучасних технологій фотоелектричних перетворювачів для сонячної енергетики / В.П. Кожем'яко, В.Д. Домбровський, В.Ф. Жердецький, В.І. Маліновський, Г.В. Притуляк // Оптико-електронні пристрої та компоненти в лазерних і енергетичних технологіях. – 2011. – № 2. – С. 142-157.
15. Solar energy / Wikipedia [Електронний ресурс] – Режим доступу: World Wide Web: http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy.
16. Photovoltaic energy, Electricity from the SUN [Електронний ресурс] / Daniel Fraile, Marie Latour, Adel El Stammal u.a. // EPJA Publications. – 2010. – V. 50. – Режим доступу: <http://www.epia.org/publications/photovoltaic-publications-global-market-outlook.html>.
17. Advice on Developing an Energy Efficiency Strategy. – Brussel: Energy Charter Secretariat, 2001. – 36 p.
18. Dams and Development. A New Framework for Decision-Making. The report of the world commission on dams. – London: Fartscan Publications Ltd, 2000.
19. Eckart von Malsen. Opportunities for large-scale projects / Eckart von Malsen // SUN end Wind Energy. – 2011. – Vol. 5. – pp. 254-255.
20. Planning and Installing Photovoltaic System // London. Sterling VA – April 2006. – P.384.
21. Let there be light / Energy and technology [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economist.com/news/special-report/21639014-thanks-better-technology-and-improved-efficiency-energy-becoming-cleaner-and-more>.
22. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.

References

1. Kyrylenko, I.H., Melnyk, Yu.F. and Prysiazniuk, M.V. (2009), *Aktualni problemy ahrarnoi reformy v Ukraini v umovakh systemnoi kryzy svitovoi ekonomiky* [Actual problems of agrarian reform in Ukraine in the conditions of the systemic crisis of the world economy], Analitichno-doradchy tseentr Blakytnoi strichky, Kyiv, Ukraine, 138 p.
2. Makarenko, P.M. (2008), "Pricing policy as a factor in increasing the profitability of agricultural production in the context of the WTO", *Ekonomika APK*, no. 5, pp. 44–48.
3. Melnyk, Yu.F. and Sabluk, P.T. (2009), "Agro industrial production of Ukraine: lessons of 2008 and ways of providing of innovative development", *Ekonomika APK*, no. 1, pp. 3–15.
4. Mesel-Veseliak, V.Ya. (2009), "Alignment of economic conditions of management on lands of different quality", *Ekonomika APK*, no. 3, pp. 97–102.
5. Mesel-Veseliak, V.Ya. (2008), "Profitability and expanded reproduction in agro-industrial production", *Ekonomika APK*, no. 5, pp. 12–17.
6. Mesel-Veseliak, V.Ya. (2009), "Efficiency of energy self-sufficiency of agriculture", *Ekonomika APK*, no. 2, pp. 10–14.
7. Klochko, V.M. (2013), "The ways for enhancement of the efficiency level of AIC of Ukraine", *Ekonomika APK*, no. 1, pp. 45–48.
8. Dziadykevych, Yu.V., Hevko, R.B., Buriak, M.V. and Rozum, R.I. (2014), *Enerhetychnyi menedzhment* [Energy management], textbook, Pidruchnyky i posibnyky, Ternopil, Ukraine, 336 p.

9. Dziadykevych, Yu.V., Yazliuk, B.O., Hevko, R.B. et al. (2016), *Ekonomika dovkillia i pryrodnykh resursiv* [Economics of Environment and Natural Resources], monograph, Aston, Ternopil, Ukraine, 392 p.
10. Yiannis Nikolaidis, Petros A. Pilavachi, Alexandros Chletsis "Economic evaluation of energy saving measures in a common type of Greek building", available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261909001640>. (access date August 02, 2017).
11. Kenneth Gillingham, Richard G. Newell and Karen Palmer, "Energy Efficiency Economics and Policy", available at: <http://www.nber.org/papers/w15031>. (access date August 02, 2017).
12. Dziadykevych, Yu.V. and Hevko, B.R. (2015), "The method of energy-efficient lighting in the sphere of housing and communal services", The patent of Ukraine for a utility model no. 99055, MKP N02J 3/00 from 12.05.2015, Bulletin no. 9, 2 p.
13. "Solar energy: an overview of the industry", based on the materials of the company of Nitolsolar Limited, available at: <http://nitolsolar.com/rusolarenergy/>. (access date August 02, 2017).
14. Kozhemiako, V.P., Dombrovskiy, V.D., Zherdetskiy, V.F., Malinovskiy, V.I. and Prytuliak, G.V. (2011), "Analytical review of modern technologies of photo-electric transformers of sun energy", *Optyko-elektronni prystroi ta komponenty v lazernykh i enerhetychnykh tekhnolohiakh*, no. 2, pp. 142-157.
15. "Solar energy", Wikipedia, available at: "<http://en.wikipedia.org/wiki/Solarenergy>". (access date August 02, 2017).
16. Fraile, Daniel, Latour, Marie, Ctammal, Adel El u.a. (2010), "Photovoltaic energy, Electricity from the SUN", EPJA Publications, V. 50, available at: <http://epia.org/publications/photovoltaic-publications-global-market-outlook.html>. (access date August 02, 2017).
17. Advice on Developing an Energy Efficiency Strategy (2001), Brussel: Energy Charter Secretariat, 36 p.
18. Dams and Development. A New Framework for Decision-Making. The report of the world commission on dams (2000), London: Fartscan Publications Ltd.
19. Malsen, von Eckart (2011), "Opportunities for large-scale projects", *SUN end Wind Energy*, Vol. 5. pp. 254-255.
20. Planning and Installing Photovoltaic System (2006), London. Sterling VA, P.384.
21. "Let there be light", *Energy and technology*, available at: <http://economist.com/news/special-report/21639014-thanks-better-technology-and-improved-efficiency-energy-becoming-cleaner-and-more>. (access date August 02, 2017).
22. Korchemnyi, M., Fedoreiko, V. and Shcherban, V. (2001), *Enerhozberezhennia v ahropromyslovomu kompleksi* [Energy saving in the agro-industrial complex], Pidruchnyky i posibnyky, Ternopil, Ukraine, 984 p.

Гевко Р.Б., Дзядикевич Ю.В., Градовий В.В. НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Мета. Визначення напрямів підвищення ефективності роботи аграрних і переробних підприємств шляхом впровадження на них енергозберігаючих заходів та енергоефективних технологій.

Методика дослідження. В процесі дослідження використані загальнонаукові і спеціальні методи дослідження, а саме: абстрактно-логічний і дедуктивний – при окресленні основних чинників, які впливають на процес підвищення ефективності роботи агропідприємств; метод узагальнення – при здійсненні процесу узагальнення наукових джерел, присвячених проблемі підвищення ефективності сільськогосподарських підприємств, досліджено можливість впровадження інновацій, які спрямовані на розробку, створення нових видів технологій і нових організаційних форм виробництва.

Результати. Обґрунтовані напрямки ефективного використання сонячної та вітрової енергії для забезпечення виробничих процесів агропідприємств електричною енергією. Визначено ефективність використання різних типів фотоелектричних перетворювачів. Проведена економічна оцінка виробництва та застосування біодизеля, біоетанолу, біогазу, а також енергії біомаси. Наведено технологічні процеси газифікації біомаси та спалювання біомаси, а також ефективного використання сільськогосподарських і побутових відходів.

Наукова новизна. Доведено необхідність застосування у виробничих процесах аграрних і переробних підприємств поновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної та вітрової енергії, високоенергетичного, екологічно чистого і дешевого біопалива та енергії біомаси, що сприятиме стабільному та гарантованому підвищенню ефективності функціонування агропідприємств.

Практична значущість. Впровадження у виробничі процеси запропонованих технічних підходів щодо високоенергетичних і екологічно чистих джерел енергії сприятиме підвищенню рентабельності роботи підприємств аграрної сфери.

Ключові слова: агропідприємства, поновлювані джерела енергії, сонячна та вітрова енергія, біодизель, біоетанол, біогаз, енергія біомаси.

Hevko R.B., Dziadykevych Yu.V., Hradovyi V.V. DIRECTIONS FOR INCREASING EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF THE ENTERPRISES OF AGRO-INDUSTRIAL PRODUCTION

Purpose. The aim of the article is determining the directions of increasing the efficiency of agrarian and processing enterprises by introducing energy saving measures and energy-efficient technologies on them.

Methodology of research. General scientific and special research methods are used in the process of research, namely: deductive, abstract and logical – while outlining the main factors that affect the process of improving the

efficiency of agricultural enterprises; the method of generalization – the possibility of introducing innovations that are aimed at the development, creation of new types of technologies and new organizational forms of production is studied in carrying out the process of generalization of scientific sources devoted to the problem of improving the efficiency of agricultural enterprises.

Findings. Directions of effective use of solar and wind energy for ensuring the production processes of agro enterprises with electric energy are substantiated. The efficiency of using different types of photovoltaic converters is determined.

The economic evaluation of the production and use of biodiesel, bioethanol, biogas, and biomass energy is carried out. The technological processes of biomass gasification and biomass combustion, as well as efficient use of agricultural and household waste are given.

Originality. The necessity of using renewable energy sources in the production processes of agrarian and processing enterprises in particular solar and wind energy, high-energy, environmentally friendly and cheap biofuel is proved in the article.

Practical value. Implementation of the production processes of the proposed technical approaches to high-energy and environmentally friendly energy sources will help increase the profitability of agrarian enterprises.

Key words: agro-industrial enterprises, renewable energy sources, solar and wind energy, biodiesel, bioethanol, biogas, biomass energy.

Гевко Р.Б., Дзядикевич Ю.В., Градовый В.В. НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель. Определение направлений повышения эффективности работы аграрных и перерабатывающих предприятий путем внедрения на них энергосберегающих мероприятий и энергоэффективных технологий.

Методика исследования. В процессе исследования использованы общенаучные и специальные методы исследования, а именно: абстрактно-логический и дедуктивный – при очерчении основных факторов, влияющих на процесс повышения эффективности работы агропредприятий; метод обобщения – при осуществлении процесса обобщения научных источников, посвященных проблеме повышения эффективности сельскохозяйственных предприятий, исследована возможность внедрения инноваций, направленных на разработку, создание новых видов технологий и новых организационных форм производства.

Результаты. Обоснованы направления эффективного использования солнечной и ветровой энергии для обеспечения производственных процессов агропредприятий электрической энергией. Определена эффективность использования различных типов фотоэлектрических преобразователей. Проведена экономическая оценка производства и применения биодизеля, биоэтанола, биогаза, а также энергии биомассы. Приведены технологические процессы газификации биомассы и сжигания биомассы, а также эффективного использования сельскохозяйственных и бытовых отходов.

Научная новизна. Доказана необходимость применения в производственных процессах аграрных и перерабатывающих предприятий возобновляемых источников энергии, в частности солнечной и ветровой энергии, высокоэнергетического, экологически чистого и дешевого биотоплива и энергии биомассы, способствовать стабильному и гарантированному повышению эффективности функционирования агропредприятий.

Практическая значимость. Внедрение в производственные процессы предложенных технических подходов относительно высокоэнергетических и экологически чистых источников энергии будет способствовать повышению рентабельности работы предприятий аграрной сферы.

Ключевые слова: агропредприятия, возобновляемые источники энергии, солнечная и ветровая энергия, биодизель, биоэтанол, биогаз, энергия биомассы.