

УДК 620.95 (477)

**В.С. БОНДАР**, кандидат економічних наук,  
старший науковий співробітник  
**А.В. ФУРСА**, кандидат економічних наук, доцент  
**М.Я. ГУМЕНТИК**, кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник

## Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні

**Мета статті** - обґрунтувати основні концептуальні засади стратегії й реальні показники розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 р. та напрями створення її матеріально-технічної бази; розрахувати витрати на виробництво різних видів біопалива, прибутковість і строки окупності інвестицій у біоенергетику.

**Методика дослідження.** Використано такі загальнонаукові методи: системного аналізу щодо тенденцій розвитку біоенергетики у світі та в Україні; рядів динаміки виробництва і використання біопалива в Україні за 2007-2016 рр.; експертних оцінок фактичного виробництва біопалива у світі та в Україні; комп'ютерної обробки розмірів посівних площ, урожайності та валових зборів біосировини; прогнозування обсягів виробництва біопалива на 2020-25-30 рр. та витрат на розвиток матеріально-технічної бази.

**Результати дослідження.** Проаналізовано сучасні тенденції розвитку біоенергетики в Україні. Встановлено, що вона є енергозалежною державою, яка 35 % від загального обсягу енергоносіїв імпортує поки що з-за кордону. Крім того, має економічно доступний потенціал для виробництва ВДЕ на рівні 20 млн м<sup>3</sup> н.е. за рік, а виробляє тільки 1,47 %, або 1374 ГВт від загального обсягу, з яких 81 % припадає на біоенергетику. Надто низькі темпи розвитку біоенергетики в попередні роки спонукали ряд дослідників та наукових установ спрогнозувати дуже песимістичний варіант розвитку біоенергетики до 2030 р. - на рівні 2,2 млн т н.е. за рік. Однак поживлення розвитку біоенергетики в останні 2-3 роки, будівництво низки великих біоенергетичних комплексів європейського рівня та сотень середніх і дрібних біопідприємств, а також загальний ріст економіки країни дають підстави для більш реального прогнозу розвитку біоенергетики України до 2030 р., а саме - на рівні 8,5 млн т н.е., зокрема для виробництва твердого біопалива - 4,5, рідкого - 1,0, біогазу - 3,0 млн т н.е. Зроблено висновки, що для цього необхідно: 1) створити міцну матеріально-технічну базу з виробництва сировини та її переробки і використання, а також значно удосконалити нормативно-правове, науково-технічне й фінансове забезпечення галузі; 2) будувати заводи для виробництва твердих палив, індивідуальні та великі котельні; для виробництва рідких добрив використати існуючі спиртові, пивоварні та цукрові заводи; для виробництва сировини - понад 500 тис. га незадіяних земель; 3) інвестувати в розвиток біоенергетики; 4) залучити кошти не тільки з державного бюджету, а й приватний капітал, запровадити пільгові механізми кредитування, стимулювання залучених коштів з фондів ринків та акціонування, а також страхування продукції біоенергетики. Без вкладення великих іноземних інвестицій і проведення радикальних реформ в Україні такий проект здійснити буде неможливо.

**Елементи наукової новизни.** Запропоновано концептуальні засади і спрогнозовано показники розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 р.

**Практична значущість.** Зазначені підходи можуть бути використані органами державної влади при плануванні та прогнозуванні стратегії розвитку біоенергетики в Україні та шляхів формування її матеріально-технічної бази, які забезпечать підвищення економічної ефективності й конкурентоспроможності галузі. Табл.: 3. Бібліогр.: 15.

**Ключові слова:** біоенергетика; види біопалива; матеріальна база; витрати; прибутковість; окупність.

**Бондар Володимир Сергійович** - кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії досліджень з економіки, маркетингу та планування, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, вул. Клінічна, 25)

E-mail: fursa\_61@ukr.net

**Фурса Анатолій Васильович** - кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фіскальної політики і страхування, Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15)

E-mail: fursa\_61@ukr.net

**Гументик Михайло Ярославович** - кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії технології вирощування і перероблення біоенергетичних культур на біопаливо, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, вул. Клінічна, 25)

E-mail: gtyu@ukr.net

**Постановка проблеми.** Україна є поки що енергозалежною державою, яка лише частково забезпечує себе енергоресурсами і змушена імпортувати майже 35 % викопних енергоносіїв на десятки мільярдів доларів США за рік. Це переважно природний газ, нафтопродукти, кам'яне вугілля, ціни на які в міру зменшення обсягів видобутку будуть збільшуватися.

Крім того, темпи збільшення обсягів використання відновлювальних джерел енергії, на які багата Україна, тривалий період були невисокими. Якщо у 2010 р. обсяги заміщення природного газу біопаливом становили 1,1 млрд м<sup>3</sup>, то у 2016 р. – 3,5 млрд м<sup>3</sup>, або 3,3% від обсягів кінцевого споживання енергії [4]. З такими темпами у 2025 р. Україна вийде на 5,5 млрд м<sup>3</sup>, а у 2030 р. – на 7 млрд м<sup>3</sup>, що недостатньо. У той самий час, у 2014 р. частка біоенергетики у загальній структурі світового енергоспоживання становила 14% [15, с. 15], а у ряді скандинавських країн – 17-40%. І це при тому, що Україна багата на біоенергетичні ресурси, особливо такі, як деревна біомаса, відходи сільськогосподарського виробництва – солома, стебла і стержні кукурудзи, стебла і кошики соняшнику, лушпиння соняшнику, жом буряків цукрових і меляса, силос кукурудзи, гній тваринництва та послід птахівництва, побутові відходи, стічні води та інші джерела.

В Україні значні площі малопродуктивних для виробництва так званих маргінальних земель, на яких можна одержувати значні обсяги біомаси таких біоенергетичних культур, як верба, міскантус, тополя, просо прутоподібне, сорго та ін. Загальний потенціал біомаси, доступний для біоенергетики, становить 89950 тис. т, а використовується – 10466 тис. т, або 11,6%. Потенціал виробництва біогазу – 20,6 млрд м<sup>3</sup> за рік.

Все ж таки необхідно відмітити, що в останні 3-4 роки в Україні у галузі біоенергетики розпочалося пошуківлення. Здійснено низку біоенергетичних, у першу чергу, біогазових проектів європейського рівня, зокрема у компаніях – «Астарта», «Гудвеллі Україна», «Екопрод», «Рокитне», «Славута», «Нива», «Дніпровська», «Гнідавський цукровий завод» та ін. Крупна аграрна компанія «Миронівський хлібопродукт» будує під Ладжином Вінницької області потужний біогазовий комплекс на 20 МВт/г [8].

Ухвалено необхідні нормативно-правові акти, що регулюють і стимулюють виробни-

цтво електроенергії з альтернативних джерел, зокрема державою гарантовано «зелений тариф», відповідно до курсу євро і купівлю електроенергії до 2030 р., вдвічі збільшено інвестиції у відновлювальні джерела енергії, відбувається заохочення приватних фермерських господарств щодо постачання енергії в агросектор та ін.

Однак невирішених і складних проблем в українській біоенергетиці значно більше. Практично відсутня чітка стратегія розвитку біоенергетики на державному рівні, пов'язана з регіональним розвитком біоенергетичних структур, особливо на рівні об'єднань територіальних громад сіл і селищ. У країні відчувається сильна протидія провідних енергетичних компаній і їх лобі застосуванню біологічних видів палива, особливо біоетанолу і біогазу, які становлять для них небезпечну конкуренцію.

Недостатній ще обсяг державних і приватних інвестицій у біоенергетику, особливо в науково-технічну сферу, існують певні бар'єри при входженні виробників в ринок і непрозорі правила гри на ньому, невідпрацьовані чітко тарифи на біоенергетику, ціни та умови за підключення до системи передачі й систем розподілу і т.п. Найістотнішим недоліком є величезна прірва між пропагандою значення біоенергетики, потенційними можливостями окремих біоенергетичних культур і видів палива [13, 14] і реальним втіленням цих можливостей у життя. Практично не опрацьованими залишаються економічні проблеми біоенергетики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями біоенергетики найбільш предметно займаються: Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Інститут продовольчих ресурсів НААН, Біоенергетична асоціація України та інші установи й організації. Інститут біоенергетичних культур, зокрема розробив інтродукцію ряду біоенергетичних культур таких як міскантус, енергетична верба, просо прутоподібне, цукрове сорго та ін.; вивів багато сортів цих культур, створив дослідницькі плантації, обґрунтував технології вирощування і збирання. Керівником проблем із біоенергетики є директор Інституту академік НААН М.В. Роїк. Значний внесок у розвиток біоенергетики належить кандидату технічних наук Г.Г. Гелетусі [7, 10, 11], особливо з технічних, те-

хнологічних і організаційних питань і проблем. Слід відмітити також праці академіка НААН Г.М. Калетніка [6]. Однак поряд із висвітленням у науковій літературі певних досягнень із технології виробництва біосировини [3], потенційних можливостей окремих культур і видів палива, недостатньо проводяться розрахунки вартості їх переробки і використання, показники прибутковості, строків окупності об'єктів біоенергетики та ін. Разом із тим біоенергетика потребує досить значних матеріально-грошових витрат, інвестицій та інновацій. Для прикладу, з літературних джерел можна дізнатися, що гектар зеленої маси кукурудзи може дати 8600 м<sup>3</sup> біогазу, але практично важко знайти дані про те, що при скошуванні зеленої маси та її переробці вихід біогазу зменшиться на 20 % - до 6880 м<sup>3</sup>, і нечистого газу, а суміші газів, яку потрібно очистити й одержати в результаті близько 5000 м<sup>3</sup> нормального.

Потрібно також враховувати, що очисних установок на полі немає, необхідне відповідне обладнання дороге коштує, а також обладнання для транспортування газу і підключення до системи передачі й розподілу, витрати на вирощування і транспортування сировини. У результаті, за величиною загальні витрати будуть такими, як і вартість одержаного й реалізованого за існуючою ціною природного біогазу (близько 25,5-30,0 тис. грн у розрахунок на 1 га). Тому в галузі біоенергетики вкрай потрібні глибокі і більш чіткі економічні дослідження.

**Мета статті** - обґрунтувати основні концептуальні засади стратегії й реальні показники розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 року та напрями становлення її матеріально-технічної бази; розрахувати витрати на виробництво різних видів біопалива, прибутковість і строки окупності інвестицій у біоенергетику.

**Виклад основних результатів дослідження.** Установлено, що за своїми природними можливостями Україна здатна виробити

ти - 49 млн т умовного палива (ум.п.) за рік. Економічний рівень оцінюється експертами у 20-25 млн т ум.п. [12, с. 10]. Однак нерозвиненість матеріально-технічної бази біоенергетики, надто низькі темпи збільшення частки виробництва електроенергії з відновлювальних джерел взагалі є причиною того, що багато дослідників і наукових закладів дають дуже песимістичний прогноз розвитку біоенергетики на період до 2030 року [9, с. 68] - на рівні 2,2 млн т у нафтовому еквіваленті (н.е.) і приблизно 4 млн т н.е. для 2050 р. Дійсно, за даними української асоціації відновлювальної енергетики частка ВДЕ [2] у загальному обсязі виробництва електроенергії за період з 2012 по 2017 р. зросла всього від 0,43 до 1,47 % і становила 1374,712 ГВт проти 93517,823 ГВт. Однак частка біомаси при цьому дорівнювала 80%. Це означає, що біоенергетика є провідною ланкою в ланцюгу ВДЕ порівняно з вітровою, сонячною і гідроенергією.

В Україні в 2017 р. працювало кількості підприємств з виготовленням пелет, тисячі малих, середніх і великих котлів на деревних відходах, дровах, трісці, гранулах, понад 200 котлів і генераторів на тюкованій соломі, лушпинні, стеблах і кошиках соняшнику, стеблах кукурудзи та ін. агросировині. Для біогазу використовується силос кукурудзи (зелений), жом буряків цукрових, гній тваринництва, послід птахівництва та ін. Вже висаджуються плантації енергетичної верби, міскантусу, проса прутоподібного, сорго та інших культур. На цукрових заводах виробляються біоетанол із меляси, а також органічні розчинники, кормові добавки, органічні добрива з барди, мікробіологічні препарати та інша продукція.

Такі реальні факти пожвавлення в розвитку біоенергетики та крайня необхідність у якомога більшому обсязі використання відновлювальних джерел енергії на заміну викопним та привозним її видам дало змогу авторам запропонувати більш реальний варіант її розвитку (табл. 1).

### 1. Прогноз розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 року

| Види палива | 2016 р.    |      | 2020 р.    |      | 2025 р.    |      | 2030 р.    |      |
|-------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
|             | млн т н.е. | %    | млн т н.е. | %    | млн т н.е. | %    | млн т н.е. | %    |
| Тверді      | 2,07       | 73,2 | 2,69       | 65,8 | 3,5        | 56,5 | 4,5        | 52,9 |
| Рідкі       | 0,27       | 9,5  | 0,40       | 9,8  | 0,7        | 11,3 | 1,0        | 11,8 |
| Біогаз      | 0,49       | 17,3 | 1,0        | 24,4 | 2,0        | 32,2 | 3,0        | 35,3 |
| Всього      | 2,83       | 100  | 4,09       | 100  | 6,2        | 100  | 8,5        | 100  |

Джерело: Власні розрахунки.

При визначенні обсягів виробництва на перспективу в цілому і в розрізі окремих видів палива враховувалися не тільки тенденції розвитку біотехнологій, що склалися в попередні роки, а й реальні позитивні зміни за період 2012-2017 рр., та стратегічні виклики і проблеми, які стоять перед біоенергетичною галуззю на наступні 12 років. Так, обсяги загального постачання первинної енергії з низки об'єктивних і суб'єктивних причин в Україні зменшилися за період з 2007 по 2016 р. на 34,2 % від 139,3 до 91,7 млн т н.е. Змінилася структура імпорту. Якщо закупівля вугілля за останні роки збільшилася на 16 % і нафтопродуктів на 9 %, то практично призупинено імпорт сирої нафти, а також істотно (майже на 70 %) зменшено обсяги купівлі природного газу - тільки за 2016 рік на 15 %. Разом з цим Україна знизилася експорт енергії на 1,4 тис. т н.е., що становить 20,5 % від обсягів 2014 р. Відчутно зменшилися загальні обсяги використання енергії, які становили у 2016 р. 51,6 млн т н.е. [4].

За даних обставин роль біоенергетики значно підвищується, у той самий час темпи її розвитку і внутрішні суперечності такі, що не можуть поки що задовольнити ні державу, ні громадянське суспільство. Основними проблемами, які потрібно невідкладно вирішити, слід назвати оновлення державної стратегії розвитку цієї галузі на середню (20 років) і оглядову (50 років) перспективу; визначити пріоритети з виробництва окремих видів біопалива і здійснити розрахунки щодо створення для цього відповідної матеріально-технічної бази - визначити типи й кількість біоенергетичних комплексів, їх вартість і строки окупності та фінансове забезпечення. Необхідно усвідомити, що біоенергетика на майбутнє може стати, якщо не головним, то вирішальним чинником енергетичної незалежності і безпеки держави у жорстких умовах конкуренції. З цієї точки зору найбільш істотними концептуальними положеннями у розвитку біоенергетики, на думку науковців, мають стати такі.

1. Доведення у період до 2030 р. загальних обсягів виробництва біопалива в Україні до 8,5 млн т н.е., що становитиме близько 10 % від загального виробництва первинної енергії. З них 4,5 млн т н.е., або 52,9 % має бути твердого палива, 1,0 млн т н.е., або 11,8 % - рідкого, 3,0 млн т н.е., або 35,3 % - біогазу. Вихід у 2040 р. на виробництво 13 млн т н.е. біопалива, а у 2050 р. - 19 млн т н.е., що стано-

витиме близько 20 % від загального обсягу виробництва енергії.

2. Закладення у період до 2030 р. фундаменту матеріально-технічної бази вітчизняної біоенергетики, а саме:

- будівництво додатково до існуючих підприємств з виготовлення твердих видів палива 723 заводів потужністю 7920 т за рік і 127 заводів потужністю 3300 т за рік;

- використання для виготовлення рідких видів палива наявних в Україні спиртових і пивоварних заводів, а також цукрових заводів із відповідним обладнанням для вироблення біоетанолу, кормових добавок, органічних добрив та ін.;

- доведення кількості біогазових установок (БГУ) в Україні до 304 у 2020 р., 525 - у 2025 р., 665 - у 2030 році загальною тепловою потужністю відповідно 207, 357 і 452 МВт;

- здійснення у галузі муніципальної біоенергетики [5] реконструкції 4500 існуючих індивідуальних котлів вітчизняного виробництва, 1000 середніх вітчизняних котлів з механічною подачею гранул, будівництво 1500 нових індивідуальних котелень з імпортованими котлами, 100 крупних котелень із спеціалізованими котлами, паливними складами і системами газоочистки.

3. Створення до 2030 р. міцної сировинної бази біоенергетики - закладення близько 500 тис. га плантацій біоенергетичних культур на незадіяних для сільськогосподарського виробництва землях; використання відходів сільськогосподарських культур із площі близько 8 млн га.

4. Дотримання директиви ЄС щодо сприяння виробництву енергії з відновлювальних джерел із метою зниження використання в Україні обсягів викопних енергоресурсів на 30 %, що дасть змогу державі позбутися залежності від імпортованих енергоносіїв; розроблення і контролювання державної і регіональних програм розвитку біоенергетики та місцевих видів палива; спрощення процедури отримання «зеленого тарифу» та удосконалення механізмів тарифоутворення з метою стимулювання місцевих альтернативних видів палива; розробка і впровадження системи субсидування внутрішніх цін на газ для населення і ЖКГ у низових ланках його використання.

5. Підтримка наукового забезпечення та інноваційної діяльності в галузі розвитку біоенергетики, найперше у сфері селекції,

насіництва і розсадництва біоенергетичних культур і підвищення їх урожайності; класифікації й обліку маргінальних земель, закладання на них великих біоенергетичних плантацій; покращання технологій вирощування і переробки біомаси на біопаливо; вивчення теплотворних властивостей усіх видів біопалива, їх хімічного складу і впливу на довкілля; обґрунтування найефективніших способів переробки біосировини [1]; методів спалювання біопалива, переробки тепла на електроенергію та ін.

6. Забезпечення фінансової підтримки біоенергетики, шляхом інвестування у галузь коштів із державного бюджету та шляхом залучення приватного капіталу, запрова-

дження пільгових механізмів кредитування, стимулювання залучених коштів із вітчизняних й іноземних фондових ринків та акціонування, податкового стимулювання, розвитку страхування продукції біоенергетики, а також ринку фінансових послуг через формування кредитної інфраструктури й поліпшення кредитних механізмів.

На основі викладених вище підходів науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН розроблено проект концепції розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 р. і здійснено попередні розрахунки, які можуть стати індикаторами відповідної державної програми. Окремі з них наводяться нижче (табл. 2).

## 2. Прогнозні обсяги виробництва біосировини для виготовлення біопалива на період до 2030 р.

| Одиниці виміру           | Обсяги виробництва |         |         |
|--------------------------|--------------------|---------|---------|
|                          | 2020 р.            | 2025 р. | 2030 р. |
| <b>Тверді палива</b>     |                    |         |         |
| Млн т                    | 4,923              | 6,405   | 8,235   |
| Млн т н.е.               | 2,69               | 3,50    | 4,50    |
| <b>Рідкі види палива</b> |                    |         |         |
| Млн т                    | 0,588              | 1,029   | 1,470   |
| Млн т н.е.               | 0,40               | 0,70    | 1,0     |
| <b>Біогаз</b>            |                    |         |         |
| Млн м <sup>3</sup>       | 854,7              | 1709,4  | 2564,1  |
| Млн т н.е.               | 1,0                | 2,0     | 3,0     |
| Всього, млн т н.е.       | 4,09               | 6,2     | 8,5     |

Джерело: Власні розрахунки.

Наведені в табл. 2 показники одержано на основі розрахунків необхідних площ посіву і посадки ряду біоенергетичних культур, урожайності й валових зборів їх сухої маси.

Розраховано також загальний обсяг витрат на розвиток біоенергетики за видами палива (табл. 3).

Показники табл. 3 свідчать про те, що на створення місцевої матеріально-технічної бази, як основи розвитку вітчизняної біоенергетики, необхідно вкласти на період до 2020 р. 26,9 млрд грн, у наступні 5 років –

33,1, а з 2025 по 2030 р. – 39,6 млрд грн, відповідно у дол. США – 1024 млн, 1258 і 1506 млн.

При цьому перевага в розвитку складових біоенергетики має надаватися будівництву біоенергетичних комплексів і підприємств із виробництва твердих видів палива та БГУ, як основних генераторів теплоенергії, що легко перетворюється в електричну та сприяє зменшенню викидів парникових газів у атмосферу, і є значним резервом для розширення робочих місць, особливо у невеликих містах, селах і селищах.

## 3. Прогноз витрат на розвиток біоенергетики України на період до 2030 р.

| Показники   | 2020 р. | 2025 р. | 2030 р. |
|---|---------|---------|---------|
| <b>Тверді види палива</b>                                     |         |         |         |
| Витрати на вирощування сировини, млн грн                      | 4390    | 6341    | 8528    |
| Вартість переробки, млн грн                                   | 2098    | 3048    | 4146    |
| Вартість будівництва підприємств для твердого палива, млн грн | 2216    | 1652    | 2926    |
| Загальні витрати на тверді види палива, млн грн               | 8704    | 11041   | 15600   |
| <b>Рідкі види палива</b>                                      |         |         |         |
| Витрати на виробництво біосировини, млн грн                   | 557     | 1132    | 1975    |
| Вартість переробки, млн грн                                   | 238     | 484     | 568     |
| Загальні витрати на рідкі палива, млн грн                     | 795     | 1616    | 2543    |

| <i>Біогаз</i>  |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| Вартість біосировини, млн грн  | 1338  | 3095  | 3919  |
| Вартість будівництва БГУ, млн грн  | 9233  | 7648  | 5068  |
| Вартість переробки сировини на біогаз, млн грн                                 | 536   | 1237  | 1567  |
| Загальні витрати на біогаз, млн грн  | 11107 | 11980 | 10554 |
| Витрати на реконструкцію і будівництво комунальних котлів і котельень, млн грн | 5613  | 7041  | 8725  |
| Витрати на спалювання твердого палива в котлах і котельнях, млн грн            | 703   | 1409  | 2189  |
| Всього витрат, млн грн / млн \$ США  | 26922 | 33087 | 39611 |
|  | 1024  | 1258  | 1506  |
| Можлива виручка, (315 \$ за 1 т н.е.), млн \$ США                              | 1288  | 1953  | 2678  |
| Прибуток, млн \$ США   | 264   | 695   | 1172  |
| Рівень рентабельності, %   | 25,8  | 55,2  | 77,8  |
| Чистий прибуток, млн \$ США  | 217   | 570   | 961   |
| Строк окупності витрат, років  | 4,7   | 2,2   | 1,6   |

Джерело: Власні розрахунки.

Найбільший прорив в застосуванні біопалива може бути здійснений у муніципальній сфері, 16 тисяч котельень якої, або 67% від загальної кількості, працює поки що на природному газі. Саме вони витрачають на нагрівання води майже 8 млрд м<sup>3</sup> природного газу. Підраховано також, що при переводі умовного палива в теплову енергію (за показником 1 кг у.п. = 42 МДж) в Україні у 2020 р. може бути одержано 18,1 ГДж енергії, у 2025 р. – 26, у 2030 р. – 35,7 ГДж.

Розширення обсягів використання біопалива приведе до значного зменшення викидів забруднюючих речовин у повітря, таких як сполуки сірки, фтору і хлору, азоту, вуглецю, отруйних аерозолей, ртутних сполук, радіоактивного пилу. Лише зменшення викидів CO<sub>2</sub> з біогазових установок становитиме у 2020 р. – 2554 тис. т за рік, у 2025 р. – 4410, у 2030 р. – 5586 тис. т за рік.

Заміна бензину і дизельного палива на біогаз і біодизель сприятиме зменшенню викидів парникових газів у 1,5-2,0 рази; спалювання пелетів при виробництві електроенергії зменшить викиди парникових газів у 12 раз порівняно із спалюванням кам'яного вугілля; а застосування рідкого палива у двигунах внутрішнього згоряння як добавки до бензину істотно знизить викиди у доквілля шкідливого свинцю, вуглеводів і метанолу; вмісту сірки в біодизелю у 10 раз менший, ніж у дизтоптиві.

Таким чином, становлення і успішний розвиток біоенергетики в Україні принесе не лише пряму економічну вигоду від економії коштів на викопні види палива, а й забезпечить відчутне оздоровлення доквілля як основної складової екологічної безпеки краї-

ни. Щодо загальних показників економічної ефективності функціонування суб'єктів біоенергетики в Україні до 2030 р., приведених у табл. 3, то вони свідчать про те, що розвиток біоенергетики дасть значну вигоду як державі, так і виробникам. Так, уже у 2020 р. прогнозується виручка від реалізації 4,09 млн т н.е. палива на суму 33,9 млрд грн при собівартості 26,9 млрд грн, рівні рентабельності виробництва 25,8% і окупності витрат 4,7 року. Такий строк окупності пов'язано з великими витратами на початкових фазах формування багаторічних плантацій біоенергетичних культур, які почнуть давати врожай і віддачу з 2 і 3-го років вегетації, а деякі ще пізніше. Однак у 2025 р. прибуток збільшиться до 51,4 млрд грн, витрати – до 33,1 млрд грн, рівень рентабельності – до 55,2 %, окупність витрат знизиться до 2,2 року. У 2030 р. відповідно – виручка – 70,5 млрд грн, собівартість – 39,6 млрд грн, рівень рентабельності – 77,8 %, строк окупності – 1,6 року (вартість 1 т н.е. = 315 дол. США). Звичайно, за нинішніх умов такий прогноз може бути нездійсненним. Автори стверджують, що створення досить потужної біоенергетичної галузі можливе лише за умови залучення крупних іноземних інвестицій і проведення радикальних реформ в Україні, основними з яких є судова, земельна, адміністративно-управлінська, а також припинення воєнних дій. Однак в Україні вже є очевидними ряд ознак поживавлення і прогресивних дій у кожній із даних сфер, що може стати запорукою у розвитку біоенергетики. Слід враховувати й інші погляди на дану проблему, які потрібно розглянути і знайти спільну обґрунтовану стратегію.

**Висновки.** 1. В Україні є всі необхідні природні умови для прискореного розвитку біоенергетики, який стримується з об'єктивних і суб'єктивних причин, основними з яких є розпорошеність сил і засобів, нечіткість стратегії розвитку виробництва біосировини, її переробки й ефективного використання, недосконалість нормативно-правового, науково-технічного та фінансового забезпечення.

2. Україна має реальну можливість значно прискорити темпи розвитку біоенергетики і виробляти у 2020 р. – близько 4 млн т н.е. – біопалива, у 2025 р. відповідно – 6,2 млн т н.е., у 2030 р. 8,5 млн т н.е.; при співвідношенні твердого та рідкого видів палива і біогазу, як 52,9%, 11,8 і 35,3%.

3. За період до 2030 р. повинен бути закладений фундамент міцної матеріально-технічної бази біоенергетики: побудовано до 2030 р. вже до існуючих виробництв 723 середніх заводів із виготовлення пелет потужністю 7 920 т за рік і 127 заводів потужністю 33 000 т за рік; доведена кількість БГУ до 304 у 2020 р., 525 – у 2025 р. і 665 – у 2030 р. загальною тепловою потужністю відповідно 207, 357 і 452 МВт; для виготовлення рідких видів використані існуючі в Україні спиртові й пивоварні заводи.

#### Список бібліографічних посилань

1. Бондар В. С., Фурса А. В. Економічне обґрунтування технологій вирощування і переробки рослинної біосировини на тверді види палива. *Економіка АПК*. 2015. № 3. С. 22-27.
2. Відновлювана енергетика в Україні: сьогодення та перспективи. Українська асоціація відновлюваної енергетики. URL : <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf> (дата звернення: 02 липня 2018).
3. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / М. В. Роїк та ін. ; за заг. ред. В. М. Сінченка. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 340 с.
4. Енергетичний баланс України. URL : [http://www.ukrstat.gov.ua/metaopus/2018/2\\_03\\_08\\_03\\_2018.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/metaopus/2018/2_03_08_03_2018.htm) (дата звернення: 14 червня 2018).
5. Ігнатенко О. П. Використання біомаси у муніципальному секторі : практич. посіб. Проект ПРООН/ГЕФ «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі України». Київ, 2016. 168 с.
6. Калетник Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 11-16.
7. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси / Гелетуша Г. та ін. Київ : Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, 2016. 334 с.
8. Пасховер А. Горючее предложение. *Новое время страны*. 2018. № 7. (22 февр.) С. 34-37.
9. Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року: звіт за результатами моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку біоенергетичного сектору / Дячук О. та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко, О. Алієвої. Київ : ТОВ «АРТ КНИГА». 2017. 88 с.

4. У галузі муніципальної біоенергетики необхідно реконструювати 4 500 існуючих індивідуальних котелень вітчизняного виробництва, 1 000 середніх вітчизняних котелень з механічною подачею гранул; побудувати 1 500 нових індивідуальних котелень з імпортними котлами, 100 крупних котелень із спеціалізованими котлами, паливними складами і системами газоочистки.

5. Створити до 2030 р. потужну сировинну базу біоенергетики, закласти на площі близько 500 тис. га плантації біоенергетичних культур на незадіяних сільськогосподарських землях, використати відходи сільськогосподарських культур з площі близько 8 млн га. Витратити на вирощування сировини, будівництво заводів, переробку і використання всіх видів палива довести у 2020 р. до 0,975 млрд грн, у 2025 р. – до 1,610 і у 2030 р. – 2,543 млрд грн. Загальні витрати на біоенергетику – відповідно до 26,9 млрд грн, 33,1 і 39,6 млрд грн. Можливий прибуток має становити – 33,9 млрд грн, 51,4 і 70,5 млрд грн при рівні рентабельності виробництва відповідно 25,8%, 55,2 і 77,8% і окупності витрат за 4,7, 2,2 і 1,6 року.

#### References

1. Bondar, V.S., & Fursa A.V. (2015). Ekonomichne obgruntuvannya tekhnolohii vyroshchuvannya i pererobky roslinnoi biosyrovyny na tverdi vydy palyva [Economic substantiation of technologies of cultivation and processing of vegetative bios raw materials for solid fuels]. *Ekonomika APK*, 3, pp. 22-27 [In Ukrainian].
2. Vidnovliuvana enerhetyka v Ukraini: sohodennia ta perspektyvy [Renewable energy in Ukraine: present and future]. (n.d.). *Ukrainska asotsiatsiia vidnovliuvanoi enerhetyky*. Retrieved from: <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf> [In Ukrainian].
3. Roik, M.V., et al. (2015). *Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannya ta vykorystannia [Energy willow: technology of cultivation and use]*. V.M. Sinchenko (Ed.). Vinnytsia: TOV "Nilan-LTD" [In Ukrainian].
4. Enerhetychnyi balans Ukrainy [Energy balance of Ukraine]. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from: [http://www.ukrstat.gov.ua/metaopus/2018/2\\_03\\_08\\_03\\_2018.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/metaopus/2018/2_03_08_03_2018.htm) [In Ukrainian].
5. Ihnatenko, O.P. (2016). *Vykorystannia biomasy u munitsypalnomu sektori: praktychnyi posibnyk [Use of biomass in the municipal sector: practice. manual]*. Kyiv [In Ukrainian].
6. Kaletnik, H.M. (2013). Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini [Development of biofuel market in Ukraine]. *Bioenerhetyka*, 1, pp. 11-16 [In Ukrainian].
7. Heletukha, H., Kramar, V., Epik, O., Antoshchuk, T., & Titkov, V. (2016). *Kompleksnyi analiz ukrainskoho rynku pellet z biomasy [Comprehensive analysis of the Ukrainian market of biomass pellets]*. Kyiv: Prohrama rozvytku Orhanizatsii Obiednanykh Natsii [In Ukrainian].

10. Перспективи розвитку біоенергетики як інструмента заміщення природного газу в Україні / Гелету́ха Г. Г. та ін. Біоенергетична асоціація України, 2015. URL : <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-12-ua.pdf> (дата звернення: 02 липня 2018).

11. Проведення комплексного дослідження ринку котлів, що працюють на біомасі в Україні / Гелету́ха Г. Г. та ін. Київ : Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, 2016. 212 с.

12. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Гелету́ха Г. Г. та ін. URL : <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-9-ua.pdf> (дата звернення: 19 червня 2018).

13. Giampietro M., Ulgiati S. Integrated Assessment of Large-Scale Biofuel Production (2005). *Critical Reviews in Plant Sciences*. URL : <https://doi.org/10.1080/07352680500316300> (дата звернення: 14 червня 2018).

14. Keoleian G., Volk T. Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance (2005). *Critical Reviews in Plant Sciences*. URL : <https://doi.org/10.1080/07352680500316334> (дата звернення: 14 червня 2018).

15. WBA Global Bioenergy Statistics, 2017. URL : [https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017\\_hq.pdf](https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_hq.pdf) (дата звернення: 02 липня 2018).

8. Pashover, A. (2018). Gorjuchee predlozhenie [Fuel supply]. *Novoe vremya strany*, 7, pp. 34-37 [In Russian].

9. Diachuk, O., Chepeliev, M., Pomolets, R., Trypolska, H., Venher, V., Saprykina, T., & Yukhymets, R. (2017). *Perekhid Ukrainy na vidnovliuvannu enerhetyky do 2050 roku: zvit za rezultatsy modelivannia bazovoho ta alternatyvnykh stseneriiv rozvytku bioenerhetychnoho sektoru [Ukraine's transition to renewable energy by 2050: report on the results of simulation of the basic and alternative scenarios for the development of the bioenergy sector]*. Yu. Oharenko & O. Aliieva (Eds.). Kyiv: TOV "ART KNYHA" [In Ukrainian].

10. Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., Kramar, V.H., & Kucheruk, P.P. (2015). Perspektivy rozvytku bioenerhetyky yak instrumentu zamishchennia pryrodnoho hazu v Ukraini [Prospects for the development of bioenergy as a tool for replacing natural gas in Ukraine]. *Bioenerhetychna asotsiatsiia Ukrainy*. Retrieved from: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-12-ua.pdf> [In Ukrainian].

11. Heletukha, H., Oliinyk, Ye., Antonechko, V., Chaplyhin, S., Hubenko, V., & Radchenko, S. (2016). *Provedennia kompleksnoho doslidzhennia rynku kotliv, shcho pratsiuut na biomasi v Ukraini [Comprehensive research of the market of boilers operating on biomass in Ukraine]*. Kyiv: Prohrama rozvytku Orhanizatsii Obiednanykh Natsii [In Ukrainian].

12. Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., Kucheruk, P.P., & Oliinyk, Ye.M. (2014). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Current state and prospects of bioenergy development in Ukraine]. *Analitichna zapyska BAU No.9*. Retrieved from: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-9-ua.pdf> [In Ukrainian].

13. Giampietro, M., & Ulgiati, S. (2005). Integrated assessment of large-scale biofuel production. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/07352680500316300> [In English].

14. Keoleian, G., & Volk, T. (2005). Renewable energy from willow biomass crops: life cycle energy, environmental and economic performance. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/07352680500316334> [In English].

15. Kummamuru, B., et al. (2017). *WBA global bioenergy statistics 2017*. Retrieved from: [https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017\\_hq.pdf](https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_hq.pdf) [In English].

#### **Bondar V.S., Fursa A.V., Humentyk M.Ya. Strategy and priorities of development of the bioenergetics in Ukraine**

*The purpose of the article is to substantiate basic conceptual foundations and real indicators of bioenergetics development in Ukraine for the period up to 2030 and directions of creation of its material and technical base, as well as to calculate costs for production of various types of biofuels, profitability and payback periods for investments in bioenergetics.*

*Research methods.* In the research process have been used the common scientific methods, in particular: the system analysis of trends in bioenergetics development in the world and in Ukraine; the series of dynamics of production and usage of biofuels in Ukraine in the period between 2007 and 2016; the expert estimates of actual production of biofuels in the world and in Ukraine; the computer processing of the sown area plots, yield and gross volume of bio-raw materials; the forecasting of biofuel production for 2020, 2025, and 2030 and costs for development of material and technical base.

*Research results.* It has been analyzed the current trends of bioenergy development in Ukraine. It has been established, Ukraine was an energy-dependent state, which imported 35% of the total amount of energy imported from abroad. Meanwhile, it has economically affordable potential for RES production at the level of 20 million m<sup>3</sup> of oil equivalent per year, and produces only 1,47 %, or 1374 gigawatts of the total, of which 81 % are bioenergy. The very slow pace of bioenergy development in the previous years prompted the plenty of researchers and scientific institutions to predict an extremely pessimistic version of the bioenergy development by 2030 - at 2,2 million of TOE per year. However, the revival of bioenergy development in the last 2-3 years, expressed in the construction of a number of large bioenergy complexes of European level and hundreds of medium-sized and small bio-enterprises, as well as the overall growth of the country's economy, provide the basis for more realistic forecast of bioenergy development in Ukraine by 2030, namely - at the level of 8,5 million of TOE, including for the production of solid biofuels - 4,5, liquid - 1,0, biogas - 3,0 million of TOE. It is concluded that for this purpose it is necessary: 1) to create a solid material and technical base for the production of raw materials and its processing and usage, as well as to significantly improve regulatory, scientific, technical and financial support; 2) to build factories for the production of solid fuels, individual and large boiler houses; it should be used existing alcohol, breweries and sugar factories for the production of liquid fertilizers; more than 500 thousand hectares of undeveloped land - for the production of raw materials; 3) to invest into the development of bioenergy; 4) to attract funds not only from the state budget, but also private capital, to introduce the preferential mechanisms of lending, the stimulation of attracted funds from stock markets and corporatization, as well as the insurance of bioenergy products. Such a project will not be possible without the involvement of large foreign investments and the implementation of radical reforms in Ukraine.

*Elements of scientific novelty.* The scientific novelty of the article lies in the proposed conceptual bases and concrete indicators of bioenergetics development in Ukraine for the period up to 2030.

*Practical significance.* Research results can be used by public authorities for planning and forecasting the bioenergetics development strategy in Ukraine and ways of creating its material and technical base that will ensure increasing of economic efficiency and competitiveness of the industry. *Tabl.: 3. Refs.: 15.*

**Keywords:** bioenergetics; types of biofuels; material base; costs; profitability; payback.



**Bondar Volodymyr Serhiiovych** – candidate of economic sciences, senior research fellow, head of the laboratory of research on economics, marketing, and planning, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS (25, Klinichna st., Kyiv)

*E-mail: fursa\_61@ukr.net*

**Fursa Anatolii Vasylovych** – candidate of economic sciences, associate professor (docent), associate professor (docent) of the department of fiscal policy and insurance, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (15, Heroiv Oborony st., Kyiv)

*E-mail: fursa\_61@ukr.net*

**Humentyk Mykhailo Yaroslavovych** – candidate of agricultural sciences, senior research fellow, head of the laboratory of bioenergetic crop growing and processing for biofuels, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS (25, Clinichna st., Kyiv)

*E-mail: gmy@ukr.net*

#### **Бондарь В.С., Фурса А.В., Гументик М.Я. Стратегия и приоритеты развития биоэнергетики в Украине**

**Цель статьи** – обосновать основные концептуальные основы стратегии и реальные показатели развития биоэнергетики в Украине на период до 2030 г. и направления создания ее материально-технической базы; рассчитать затраты на производство различных видов биотоплива, доходность и сроки окупаемости инвестиций в биоэнергетику.

**Методика исследования.** Используются общенаучные методы: системный анализ о тенденциях развития биоэнергетики в мире и в Украине; рядов динамики производства и использования биотоплива в Украине за 2007-2016 гг.; экспертных оценок фактического производства биотоплива в мире и в Украине; компьютерной обработки размеров посевных площадей, урожайности и валовых сборов биосырья; прогнозирования объемов производства биотоплива на 2020-25-30 гг. и затрат на развитие материально-технической базы.

**Результаты исследования.** Проанализированы современные тенденции развития биоэнергетики в Украине. Установлено, что Украина является энергозависимым государством, 35% от общего объема энергоносителей импортирует пока из-за рубежа. Кроме того, имеет экономически доступный потенциал для производства ВИЭ на уровне 20 млн м<sup>3</sup> н.э. в год, а производит только 1,47%, или 1374 ГВт от общего объема, из которых 81% приходится на биоэнергетику. Слишком низкие темпы развития биоэнергетики в предыдущие годы, побудили ряд исследователей и научных учреждений спрогнозировать очень пессимистический вариант развития биоэнергетики в 2030 г. – на уровне 2,2 млн т н.э. в год. Однако оживление развития биоэнергетики в последние годы, выразившееся в строительстве ряда крупных биоэнергетических комплексов европейского уровня и сотен средних и мелких биопредприятий, а также общий рост экономики страны дают основания для более реального прогноза развития биоэнергетики Украины до 2030 г., а именно – на уровне 8,5 млн т н.э., в т.ч. для производства твердого биотоплива – 4,5, жидкого – 1,0, биогаза – 3,0 млн т н.э. Сделаны выводы, что для этого необходимо: 1) создать прочную материально-техническую базу по производству сырья и его переработки и использования, а также значительно усовершенствовать нормативно-правовое, научно-техническое и финансовое обеспечение отрасли; 2) строить заводы для производства твердого топлива, индивидуальные и большие котельные; для производства жидких удобрений использовать существующие спиртовые, пивоваренные и сахарные заводы; для производства сырья – более 500 тыс. га незадействованных земель; 3) инвестировать в развитие биоэнергетики; 4) привлечь средства не только из государственного бюджета, но и частный капитал, ввести льготные механизмы кредитования, стимулирования привлеченных средств с фондовых рынков и акционирования, а также страхование продукции биоэнергетики. Без вложения крупных иностранных инвестиций и проведения радикальных реформ в Украине такой проект осуществить будет невозможно.

**Элементы научной новизны.** Предложены концептуальные основы и конкретные показатели развития биоэнергетики в Украине на период до 2030 года.

**Практическая значимость.** Указанные подходы могут быть использованы органами государственной власти при планировании и прогнозировании стратегии развития биоэнергетики в Украине и пути создания ее материально-технической базы, которые обеспечат повышение экономической эффективности и конкурентоспособности отрасли. Табл.: 3. Библиогр.: 15.

**Ключевые слова:** биоэнергетика; виды биотоплива; материальная база; расходы; доходность; окупаемость.

**Бондарь Владимир Сергеевич** – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией исследований по экономике, маркетингу и планированию, Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН (г. Киев, ул. Клиническая, 25)

*E-mail: fursa\_61@ukr.net*

**Фурса Анатолий Васильевич** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры фискальной политики и страхования, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (г. Киев, ул. Героев Обороны, 15)

*E-mail: fursa\_61@ukr.net*

**Гументик Михаил Ярославович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией технологии выращивания и переработки биоэнергетических культур на биотопливо, Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН (г. Киев, ул. Клиническая, 25)

*E-mail: gmy@ukr.net*

Стаття надійшла до редакції 09.07.2018 р.

Фахове рецензування: 20.07.2018 р.

#### **Бібліографічний опис для цитування:**

Бондар В. С., Фурса А. В., Гументик М. Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 8. С. 17 – 25.

\*