

9. World Bank National Accounts Data. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS>

REFERENCES

Amosha, O. I. et al. "Promyslovist i promyslova polityka Ukrainy 2013: aktualni trendy, vyklyky, mozhlyvosti : naukovo-analitychna dopovid NAN Ukrainy" [Industry and Industrial Policy of Ukraine 2013: Current Trends, Challenges, Opportunities: Scientific and Analytical Report of the NAS of Ukraine]. https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografii/2014/2014_mono_Dopovid_prom.pdf

"Ekspres-vypusk Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy «Promyslove vyrobnytstvo u sichni - zhovtni 2020 roku»" [Express issue of the State Statistics Service of Ukraine "Industrial production in January - October 2020"]. <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2020/11/143.pdf>

Horbulin, V. P. "Ukraini potrebna nova promyslova polityka, yaka vidpovidala b natsionalnym interesam" [Ukraine Needs a New Industrial Policy That Meets National Interests]. Dzerkalo tyzhnia. January 14, 2010. https://zn.ua/ukr/promyshliennost/ukrayini_potribna_nova_promislova_politika_yaka_vidpovidala_b_natsionalnim_interesam.html

Kichurchak, M. V. "Promyslovist u systemi natsionalnoi bezpeky Ukrainy" [Industry in the National Security System of Ukraine]. Ekonomika promyslovosti. 2008. http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/2820/st_43_10.pdf?sequence=1

Kondrashov, O. M. "Rehionalnyi aspekt promyslovo-innovatsiinoi polityky" [Regional Aspect of Industrial Innovation Policy]. Investytsii: praktyka ta dosvid. 2010. http://www.investplan.com.ua/pdf/10_2010/8.pdf

"Rozvytok promyslovosti dlia zabezpechennia zrostantia ta onovlennia ukrainskoi ekonomiky : naukovo-analitychna dopovid" [Development of Industry to Ensure the Growth and Renewal of the Ukrainian Economy: A Scientific and Analytical Report]. Kyiv, 2018. <http://ief.org.ua/docs/sr/301.pdf>

World Bank National Accounts Data. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS>

Yakovenko, L. I. "Ekonomichni rozvytok – dynamichni ta prostorovi vymiry" [Economic Development – Dynamic and Spatial Dimensions]. Sotsialno-ekonomichni, politychni ta humanitarni vymiry natsionalnoho ta mistsevoho rozvytku. 2018. <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/10593/1/1.pdf>

Zablodska, I. V. *Rehionalna promyslova polityka: pytannia teorii ta praktyky* [Regional Industrial Policy: Issues of Theory and Practice]. Luhansk: Vyd-vo SNU im. V. Dalia, 2007.

УДК 338.434: 633.282: 662.631
JEL: O13; P48; Q16; Q42; Q57

ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ І ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО ПАЛИВА З БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

©2020 КОСТЕНКО Д. М.

УДК 338.434: 633.282: 662.631
JEL: O13; P48; Q16; Q42; Q57

Костенко Д. М. Обґрунтування основних техніко-економічних характеристик енергетичних плантацій і виробництва твердого палива з біомаси енергетичних культур

Метою статті є обґрунтування основних техніко-економічних характеристик енергетичних плантацій міскантусу та виробництва твердого палива з отриманої біомаси на прикладі конкретного проекту. У результаті дослідження: проведено аналіз обсягу виробництва твердого біопалива в натуральному вимірі із заданої площі плантації; визначено чистий дохід комплексу, який розраховувався на основі прийнятих обсягів виробництва та «розумних» оптових цін, які визначалися у затратний спосіб і передбачали забезпечення достатнього рівня рентабельності господарської діяльності; визначено поточні (операційні) витрати господарської діяльності комплексу, які розраховано за нормативами, встановленими за аналогами промислового виробництва біомаси з енергетичних культур і переробки її у тверде біопаливо. Також було проведено оцінку економічної доцільності реалізації інвестиційного проекту із закладання плантації міскантусу та виробництва твердого біопалива з отриманої біомаси. У цілому, за наявності адекватного державного стимулювання виробництва твердого біопалива з біомаси міскантусу, економічна ефективність проекту буде високою, а сам проект – комерційно доцільним. Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є обґрунтування основних техніко-економічних характеристик і доцільності створення комплексів з перетворення твердого біопалива в товарну енергію – електричну та теплову.

Ключові слова: біопаливо, міскантус, енергетичні культури, тверде біопаливо, чистий дохід, пелети.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-11-123-132>

Рис.: 3. **Табл.:** 9. **Бібл.:** 18.

Костенко Дмитро Миколайович – молодший науковий співробітник відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: kostenko.d.n@ukr.net

UDC 338.434: 633.282: 662.631
JEL: O13; P48; Q16; Q42; Q57

Kostenko D. M. A Substantiation of the Main Technical-Economic Characteristics of Energy Plantations and Production of Solid Fuel from Biomass of Energy Crops

The article is aimed at substantiating the basic technical-economic characteristics of energy plantations of miscanthus and production of solid fuels from the obtained biomass on the example of a particular project. As a result of the study: the analysis of the production volume of solid biofuels on the basis of quantities from a given area of plantation was carried out; net income of the complex was determined, which was calculated on the basis of accepted production volumes

and «reasonable» wholesale prices, which were determined in a costly manner and provided for the provision of a sufficient level of profitability of economic activity; the current (operational) costs of economic activity of the complex were determined, calculated according to the standards established by analogues of industrial production of biomass from energy crops and its processing into solid biofuels. Also the economic feasibility of implementing an investment project on laying the plantation of miscanthus and production of solid biofuels from the resulting biomass was assessed. In general, in the presence of adequate State-based stimulation of solid biofuel production from miscanthus biomass, the economic efficiency of the project will be high, and the project itself is commercially feasible. Prospects for further research in this direction are substantiation of the main technical-economic characteristics together with feasibility of creating complexes for the transformation of solid biofuels into commodity energy – both electric and thermal.

Keywords: biofuels, miscanthus, energy crops, solid biofuels, net income, pellets.

Fig.: 3. **Tabl.:** 9. **Bibl.:** 18.

Kostenko Dmytro M. – Junior Researcher of the Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzheneryi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: kostenko.d.n@ukr.net

Загальносвітовою тенденцією сьогодення в енергетиці є заміщення традиційних енергетичних ресурсів альтернативними аналогами рослинного походження, що, з одного боку, зменшує залежність від традиційних ресурсів, а з іншого – зменшує викиди шкідливих речовин в атмосферу, створює нові напрями використання рослинної біомаси. Виробництво біопалив та отримання енергії з них є одним із перспективних шляхів заощадження традиційних енергоносіїв і підвищення енергетичної безпеки України.

Наразі в багатьох країнах світу біомасу, зокрема біомасу енергетичних культур, використовують як енергоресурс.

Традиційною сировиною для виробництва твердого біопалива здавна були відходи деревини на лісосіках і деревообробної промисловості (тирса, тріска), солома зернових і зернобобових культур, лузга соняшникова тощо. Надходження такої сировини до виробників твердого палива є нестабільним і носить сезонний характер, що, своєю чергою, має негативний вплив на ефективності роботи заводів. Тому особливої уваги, останнім часом, заслуговує напрям, пов'язаний із забезпеченням сировиною виробників твердого біопалива за рахунок вирощування енергетичних культур, що дасть змогу отримувати необхідну кількість твердої біомаси необхідної якості.

Енергетичні рослини – це швидкозростаючі сорти багаторічних дерев, кущів і трав, а також спеціальні однорічні рослини з високим вмістом сухої маси, яка використовується для виробництва твердого, газоподібного та рідкого біопалива.

Дослідження досвіду вирощування енергетичних культур і перспективних напрямів їх використання нині набули актуальності. Світовий досвід використання відновлювальних джерел енергії описано в працях П. МакКендрі (Р. McKendry) [1; 2], М. В. Роїка зі співавторами [3], Я. Б. Блюма, Г. Г. Гелетути, І. П. Григорюка [4] та ін. Характеристика та перспективи розвитку енергетичних культур в Україні досліджували такі вчені, як: Г. Г. Гелетути [5; 6], Т. А. Железна,

О. В. Трибой [5], М. Я. Гументик [3], П. П. Кучерук [6] та ін. У більшості наукових досліджень у галузі відновлюваної енергетики зосереджено увагу на загальних і регіональних характеристиках відновлюваних джерел енергії та визначенні способів їх використання. Важливим елементом галузі відновлювальної енергетики є вирощування енергетичних культур і виробництво твердого біопалива з отриманої біомаси. Тому поряд з вивченням характеристик енергетичних культур існує необхідність обґрунтування техніко-економічних характеристик та економічної доцільності закладання плантацій і виробництва твердого біопалива з отриманої біомаси.

Мета статті – обґрунтування основних техніко-економічних характеристик та економічної доцільності створення промислового комплексу із закладання енергетичних плантацій міскантусу та виробництва твердого біопалива з отриманої біомаси.

З огляду на природно-кліматичні умови на території України доцільно вирощувати класичні енергетичні культури. Такими культурами є верба та міскантус.

Основні характеристики цих культур наведено в *табл. 1*. Наведені характеристики найбільш пристосованих енергетичних культур для вирощування на території України дають змогу зробити висновок, що міскантус є більш перспективною енергетичною культурою.

Основні техніко-економічні показники господарської діяльності промислового комплексу з вирощування міскантусу на енергетичній плантації та перероблення отриманої біомаси у тверде паливо (пелети) розроблено на основі таких допущень:

- ✦ обсяг виробництва біопалива в натуральному вимірі не повинен перевищувати максимальну виробничу потужність комплексу;
- ✦ обсяг витрат вихідної сировини розраховувався на основі норм виходу з неї готових продуктів, взятих за характеристиками аналогічного виробництва;
- ✦ чистий дохід комплексу розраховувався на основі прийнятих обсягів виробництва та справедливих оптових цін, які визначалися в

Виконано в межах НДР «Обґрунтування доцільності виробництва та використання біоенергетичних культур в Україні в контексті її низьковуглецевого розвитку».

Основні характеристики енергетичних культур

Характеристика	Міскантус (<i>Miscanthus giganteus</i>)	Верба енергетична <i>Salix viminalis</i>
Опис	Багаторічна трав'яниста культура з добре розвиненою кореневою системою. Біомаса можна збирати щорічно, використовуючи кормозбиральні комбайни	Рід дерев, кущів або напівкущів родини вербових (<i>Salicaceae</i>). Збір врожаю виконується звичайним силосозбиральним комбайном із жаткою для верби
Стійкість до холодів	Стійка до морозів	Стійка до морозів
Ґрунт	Ґрунти під висів міскантусу слід обирати некіслі (рН = 6,5), особливо впродовж перших двох років вирощування, з рівнем ґрунтових вод нижче 1 м. Для вирощування підходять ґрунти середньої щільності. Ґрунт має бути відповідним чином підготовлений – очищений від бур'янів і зораний для усунення ущільнень	Для верби потрібні ґрунти слабо кислі та нейтральної реакції ґрунтового розчину (рН = 4,6–6,0). Вимоги до ґрунтів – ґрунти середньої якості з великою вологістю. Може рости на ґрунтах різного типу, навіть на непродуктивних землях, які потребують рекультивації, тобто на землях, непридатних для ведення сільського господарства
Тривалість вирощування	Тривалість вирощування рослин на одному полі – до 25 років. На 1 га території висаджують 10–17 тис. живців	Насадження верби залишаються продуктивними до 25–30 років. На 1 га території висаджують 15 тис. живців
Споживання води	Споживання води на продукування 1 кг сухої маси досить невисоке (близько 250–300 кг), що відповідає річній кількості опадів на рівні 600–650 мм	Потрібно багато вологи і світла. Кількість опадів – 650–700 мм/рік
Сфери застосування	Як компонент для експлуатаційних матеріалів і споживчих хімічних речовин у хімічній галузі. Для виробництва ДВГ/МДФ-плит, паперу та целюлози, картону, біокомпозитів та біопластиків, а також як компонент «зеленого» біобетону. Для виробництва твердого біопалива. Для генерації тепла та електроенергії	Вербу використовують для виробництва паливних брикетів для спалювання в котлах (біопалива)
Хімічний склад	Вологість при збиранні – 15–20%. Вміст летючих речовин – 78%. Зольність – 2,3–3,7%. Температура плавлення золи – 1300 °С	Вологість при збиранні – 50–53%. Вміст летючих речовин – 79%. Зольність – 1,5–2,0%. Температура плавлення золи – 1500 °С
Урожайність	Врожайність сягає 20–35 т сухої речовини/га з високим вмістом целюлози. У перший рік після посадки міскантус не збирають зважаючи на низьку врожайності. У другий рік врожайність піднімається до близько 20 т сухої речовини на гектар. Збір урожаю – кожний рік. Для переробки сировини на тверде паливо рослини збирають протягом зимового періоду до березня	3 т га плантації можна отримувати до 15 т сухої деревної маси щороку. За рік поле може давати до 30 тон приросту біомаси. Урожай сирової біомаси 54,6 т/га за 3 роки. Урожай сухої біомаси 39 т/га. Збір урожаю – кожні 2–3 роки. Кількість циклів збору урожаю з однієї посадки – 7–8 разів. Збирають вербу після закінчення вегетації, тобто з жовтня – листопада по березень – квітень, але переважно в зимовий період
Нижча теплотворна здатність	17–19 МДж/кг сухої речовини	18,5 МДж/кг абсолютно сухої речовини
Вихід енергії	Енергетичний вихід 380–400 ГДж/га/рік (81 Гкал/га). 1 т сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирової нафти, 1,7 т деревини, 515 м ³ природного газу, або 620 кг кам'яного вугілля. Вихід біопалива з 1 тони біомаси: гранул 1000 кг	Енергетичний вихід 240 ГДж/га/рік. 1 т верби вологістю 40% забезпечує 1 Гкал тепла, тоді як така сама кількість сухої сировини за вологості 15% дає 2 Гкал тепла. 1 т рослин замінює понад 500 м ³ природного газу, або 700 кг бурого вугілля

Джерело: складено за матеріалами [5, 7–11].

ЕКОНОМІКА

ЕКОНОМІКА ПРОМИСЛОВОСТІ

затратний спосіб і передбачали забезпечення достатнього рівня рентабельності господарської діяльності;

- ✦ поточні (операційні) витрати господарської діяльності комплексу розраховано за нормативами, визначеними за аналогами промислового виробництва біомаси з енергетичних культур і переробки її у тверде біопаливо.

Оцінку доцільності створення промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо пропонується провести на основі основних техніко-економічних показників його проекту для конкретної території, а саме – на північ від с. П'ятницьке Харківської області.

Дане розташування плантації створює сприятливі умови для доступу до трудових ресурсів і води (виробничих ресурсів).

Організація промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо передбачає створення двох комплексів: комплекс із закладання плантації та збору біомаси та комплекс перетворення отриманої біомаси в тверде біопаливо – пелети.

Таким чином, основними продуктами даного промислового комплексу будуть енергетична тріска та пелети відповідно.

Державний стандарт, що визначає якість тріски – ДСТУ EN 15234-4:2013 Тверде біопаливо. Забезпечення якості. Частина 4. Тріски деревні для непромислового використання (EN 15234-4:2012, IDT) [12].

Паливна тріска – це тріска, яка використовується як паливо, або сировина для виробництва паливних гранул (пелет) і брикетів, для процесів газифікації та ін. Паливна тріска та продукти її перероблення використовуються в генерації теплової та електричної енергії, виробництві заміників природного газу, синтетичного рідкого палива, хімічних продуктів тощо.

Державний стандарт, що визначає якість пелет, – ДСТУ 8358:2015. Брикети та гранули паливні з деревинної сировини. Технічні умови [13]. Стандарти європейських країн: DIN 51731 (ФРН); ONORM M 7135 (Австрія); SN 16600 (Швейцарія); SS 1871200 (Швеція).

Деревна пелета – це гранула довжиною від 1 до 5 см і діаметром 6–10 мм. Теплотворна здатність деревної пелети – 4,5–5 кВт/кг. Така теплотворність можлива завдяки низькому вмісту вологи (8–10%). При спалюванні пелет викиди CO₂ в навколишнє середовище в десятки разів нижчі, ніж в інших видів органічного палива. Зольність пелет у 15–20 разів менша, ніж у вугілля.

Основні виробничі характеристики промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо наведено в *табл. 2*.

Наведені в *табл. 2* дані свідчать що обсяг виробництва основного продукту – пелет – складе 1,9 тис. т на рік.

Для виробництва пелет на промисловому комплексі необхідно використовувати 2,0 тис. т сухої біомаси міскантусу (12% вологості) на рік. Дану біомасу передбачається виробляти на цьому ж промисловому комплексі.

Промисловий комплекс з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо являє собою комплексне виробництво, яке складається з біологічного та технологічного переділів. На першому переділі забезпечується закладання плантації, вирощування, збирання та подрібнення біомаси міскантусу. На другому – виробництво твердого біопалива (пелет) з біомаси міскантусу, який являє собою цех з підготовки сировини та пресування.

Перший переділ представляє собою плантацію міскантусу площею 100 га та кагату для зберігання біомаси площею 0,4 га. Схема закладання плантації міскантусу наведено на *рис. 1*.

Таблиця 2

Основні виробничі характеристики промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Величина
<i>Виробництво енергетичної тріски</i>			
1	Площа заготівлі плантації	га	100
2.1	Обсяг виробництва енергетичної тріски	куб. м	17094
2.2	Обсяг виробництва енергетичної тріски	тонна	2000
<i>Виробництво твердого біопалива (пелет)</i>			
3	Річний обсяг виробництва пелет	тонна	1900
4	Витрати/виробництво біомаси міскантусу 12% вологості на виробництво пелет	тонна/тонна	1,05
5	Вихід пелет з одиниці біомаси міскантусу 12% вологості	тонна/тонна	0,95

Джерело: авторська розробка.

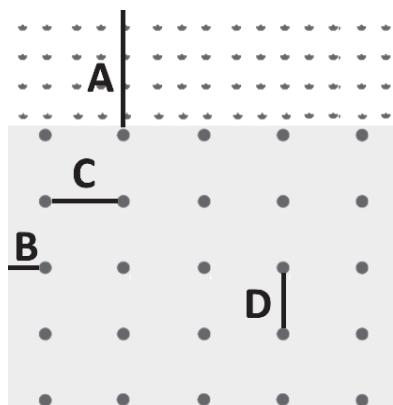


Рис. 1. Європейська дворядна схема закладання плантації міскантусу [6]

Примітки: А – ширина ділянки розвороту техніки (8 м); В – ширина борту межевої ділянки (2 м); С – відстань між рядами (0,75 м); D – відстань між кущами в ряду (0,6 м).

Другий переділ представляє собою окремі будівлі та споруди, які об'єднані в один промисловий майданчик. Характеристику будівель та споруд наведено в *табл. 3*.

Експлікація будівель і споруд забезпечує оптимальне розміщення об'єктів комплексного виробництва з урахуванням вимог екологічних, будівельних і виробничих нормативних документів.

Компактне розміщення будівель і споруд дозволяє обмежити загальну площу промислового майданчика в межах до 0,4 га.

Розміщення промислово-енергетичного устаткування між спорудами іншого призначення дозволяє максимально знизити рівень промислового шуму.

Виробничу схему вирощування міскантусу та вироблення пелет з отриманої біомаси наведено на *рис. 2*.

Калькуляція витрат господарської діяльності комплексу з вирощування міскантусу та виробництва твердого біопалива з його біомаси виконана

на підставі вищенаведених розрахунків ключових статей (заробітна плата, відрахування на соціальне страхування, амортизаційні відрахування) і величин визначених за допомогою нормативного методу за низкою статей (транспортні, адміністративні та інші витрати) на підставі даних про структуру собівартості аналогічних виробництв [14].

Розрахунок поточних (операційних) витрат на виробництво раніше згаданого обсягу біомаси мікроводоростей наведено в *табл. 4*. Наведені в *табл. 4* дані свідчать, що найбільшу частку у витратах на культивування міскантусу та виробництво біомаси з нього складають загальногосподарські витрати (51,6%). Наступна найбільша частка витрат припадає на амортизацію (30,98%).

Чисельність персоналу складе 5 осіб, з річним фондом заробітної плати, еквівалентної 430 тис. грн, що включає відрахування до фонду обов'язкового державного соціального страхування в сумі 94,6 тис. грн.

При вартості палива 22,5 грн/л, за необхідної кількості палива в об'ємі 5,4 тис. л., сума витрат на паливо складе 121,5 тис. грн.

Розрахунок поточних (операційних) витрат на виробництво твердого біопалива (пелет) з біомаси міскантусу виконано з урахуванням витрат попереднього виробничого переділу – культивування міскантусу (*табл. 5*).

Наведені в *табл. 5* дані свідчать, що найбільшу частку у витратах на виробництво твердого біопалива (пелет) з біомаси міскантусу складає сировина (51,54%). Наступна найбільша частка витрат припадає на загальногосподарські витрати (26,39%).

Чисельність персоналу складе 6 осіб, з річним фондом заробітної плати, еквівалентної 720 тис. грн, що включає відрахування до фонду обов'язкового державного соціального страхування в сумі 158,4 тис. грн.

Таблиця 3

Експлікація будівель і споруд

№ з/п	Найменування	Кількість	Розміри (Д x Ш)	Тип будівлі (споруди)
1	Склад тріски (на 2800 куб. м)	1	50 x 20	Бетонований майданчик з навісом
2	Склад паливних пелет (на 750 куб. м)	1	25 x 20	Бетонований майданчик з навісом
3	Ділянка з виробництва біомаси та паливних пелет	1	24 x 8	Ангар з бетонною підлогою
4	Бункер технологічного запасу деревинної тріски (на 8 куб. м)	1	3 x 3	Силос на бетонному фундаменті
5	Бункер технологічного запасу біомаси (тирси) (на 24 куб. м)	1	4 x 4	Силос на бетонному фундаменті
6	Огорожа (з двома воротами)	1	довжина 145 м	Опорно-сіткова конструкція висотою 2,5 м

Джерело: авторська розробка.

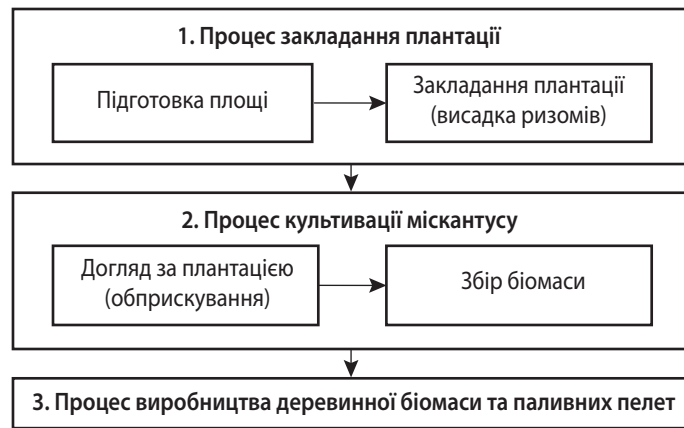


Рис. 2. Виробнича схема вирощування міскантусу та вироблення пелет з отриманої біомаси

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 4

Розрахунок поточних (операційних) витрат на закладання плантації та виробництво біомаси міскантусу

№ з/п	Призначення витрат	Норма витрат на одиницю біомаси що виробляється, грн/т	Витрати на річний обсяг випуску, тис. грн
1	Паливо	60,75	121,50
2	Заробітна плата	45,00	90,00
3	Відрахування на соціальне страхування	9,90	19,80
4	Амортизація*	205,52	411,04
5	Загальногосподарські витрати	342,21	684,42
5.1	<i>Заробітна плата</i>	<i>170,00</i>	<i>340,0</i>
5.2	<i>Відрахування на соціальне страхування</i>	<i>37,40</i>	<i>74,80</i>
5.3	<i>Витрати на реалізацію продукції</i>	<i>58,07</i>	<i>116,14</i>
5.4	<i>Інші</i>	<i>76,74</i>	<i>153,48</i>
	Усього:	663,38	1326,76

Примітка: * – з урахуванням комерційного використання плантації та строку експлуатації техніки 20 років.

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 5

Розрахунок поточних (операційних) витрат на виробництво твердого біопалива (пелет) з біомаси міскантусу

№ з/п	Призначення витрат	Норма витрат на одиницю твердого біопалива, що виробляється, грн/т	Витрати на річний обсяг випуску, тис. грн
1	Сировина (тріска міскантусу)	698,30	1326,76
2	Електрична енергія	107,24	203,76
3	Заробітна плата	126,32	240,00
4	Відрахування на соціальне страхування	27,79	52,80
5	Амортизація*	37,57	71,39
6	Загальногосподарські витрати	357,52	679,29
6.1	<i>Заробітна плата</i>	<i>252,63</i>	<i>480,00</i>
6.2	<i>Відрахування на соціальне страхування</i>	<i>55,58</i>	<i>105,60</i>
6.3	<i>Витрати на реалізацію продукції</i>	<i>3,08</i>	<i>5,86</i>
6.4	<i>Інші</i>	<i>46,23</i>	<i>87,84</i>
	Усього:	1354,74	2574,00

Примітка: * – з урахуванням строку експлуатації техніки 10 років та будівель і споруд 20 років.

Джерело: авторська розробка.

При вартості електричної енергії 0,61878 грн/кВт·год сума витрат на електричну енергію складе 121,5 тис. грн.

Тобто, загальна величина витрат на виробництво твердого біопалива з біомаси міскантусу становить 2574 тис. грн.

Обґрунтування необхідного річного обсягу чистого доходу й оптових цін на основний продукт промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети) наведено в *табл. 6*.

Розрахунок річного обсягу чистого доходу на основний продукт промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети) наведено в *табл. 8*.

Вищенаведені обґрунтування та розрахунки дозволили розробити систему основних техніко-економічних показників промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети) (*табл. 9*).

Наведені в *табл. 9* дані свідчать про значну величину річного чистого доходу промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу

Таблиця 6

Необхідний річний обсяг чистого доходу й оптові ціни на основний продукт промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети)

№ з/п	Показник	Величина
1	Витрати господарської діяльності, тис. грн	2574
2	Норма прибутку (рентабельності) господарської діяльності, %	30
3	Обсяг чистого доходу від реалізації пелет, тис. грн	3346,2
4	Випуск готової продукції (пелет), усього, т	1900
5	Середня ціна біопалива, грн/т	1761,16

Джерело: авторська розробка.

Для розрахунку цін на основні продукти комплексу застосовувався витратний метод. В основу розрахунку закладено вищенаведені витрати господарської діяльності комплексу та прийнятну норму рентабельності (30%).

Необхідні ціни на пелети комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети) значно нижчі за ціни на їх аналоги з іншої сировини, про що свідчать дані, наведені в *табл. 7*.

Таблиця 7

Фактичні ціни на пелети, виготовлені з іншої сировини

№ з/п	Вид палива	Середня ціна, грн/т
1	Пелети з лузги соняшника	2000
2	Пелети із соломи	2000
3	Пелети з хвойних порід дерева	3000
4	Пелети з твердих порід дерева	4500

Джерело: складено за матеріалами [15–18].

З вищенаведених даних видно, що ціни на тверде біопаливо (пелети), виготовлені з тріски міскантусу, нижчі від цін на аналогічні пелети, виготовлені з іншої сировини. Так, вартість пелет з міскантусу, порівняно з пелетами з лузги соняшника та соломи, нижча на 13,6%; порівняно з пелетами хвойних порід – на 70,34%, а порівняно з пелетами з твердих порід дерева – на 14%. Таким чином, порівнявши ціни на пелети-аналоги можна встановити середню ціну на пелети з міскантусу на рівні 3000 грн/т.

Таблиця 8

Річний обсяг чистого доходу на основний продукт промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо

№ з/п	Показник	Величина
1	Витрати господарської діяльності, тис. грн	2574
2	Норма прибутку (рентабельності) господарської діяльності, %	121,45
3	Обсяг чистого доходу, від реалізації пелет, тис. грн	5700
4	Випуск готової продукції (пелет), усього, т	1900
5	Середня ціна біопалива, грн/т	3000,0

Джерело: авторська розробка.

у тверде біопаливо (пелети) – 5700 тис. грн, у якому 3045,75 тис. грн, або 53,43% складає чистий грошовий потік. Даний факт свідчить про наявність перспективи швидкої окупності інвестицій у даний проєкт.

Інструментальною основою оцінки економічної доцільності реалізації інвестиційного проєкту є графік його поточної вартості (NPV), який наведено на *рис. 3*.

Наведений на *рис. 3* графік поточної вартості (NPV) проєкту створення промислового комплексу із закладання плантації міскантусу, збирання біомаси та виробництва твердого біопалива (пелет) свідчить, що:

Основні техніко-економічні показники промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети)

№ з/п	Показник	Величина
1	Річний обсяг виробництва твердого біопалива (пелет), усього, т	1900
2	Витрати/виробництво біомаси міскантусу 12% вологості, т	2000
3	Чистий дохід від реалізації продукції, тис. грн.	5700
4	Поточні (операційні) витрати господарської діяльності, тис. грн	2574
	у тому числі:	
4.1	амортизація	482,43
5	Прибуток до оподаткування (р. 3 – р. 4), тис. грн	3126
5.1	Рентабельність господарської діяльності (р. 5*100 / р. 4), %	121,45
5.2	Податок на прибуток (18%), тис. грн	562,68
5.3	Чистий прибуток, тис. грн	2563,32
6	Чистий грошовий потік (р. 4.1 + р. 5.3), тис. грн	3045,75
6.1	Частка чистого грошового потоку у чистому доході (ряд. 6*100 / ряд. 3), %	53,43

Джерело: авторська розробка.

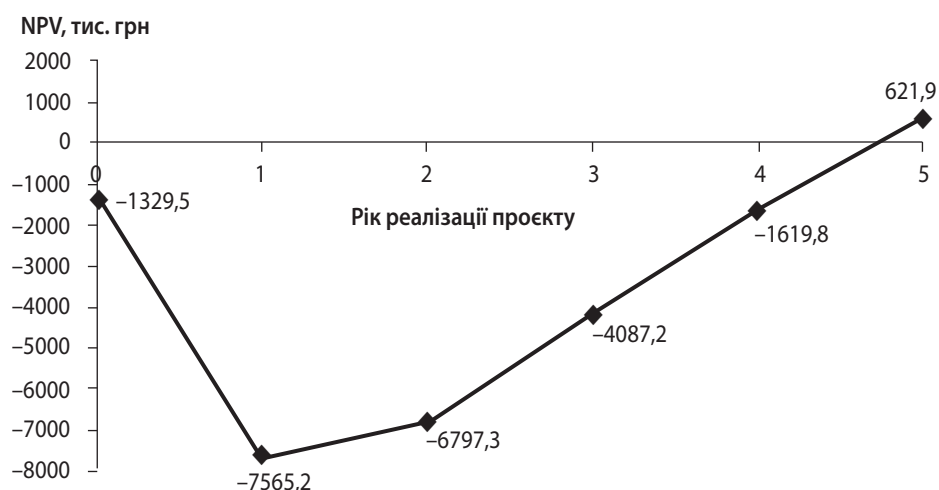


Рис. 3. Поточна вартість інвестиційного проєкту (NPV) створення промислового комплексу із закладання плантації міскантусу, збирання біомаси та виробництва твердого біопалива (пелет)

Джерело: авторська розробка.

- ✦ термін реалізації інвестиційного проєкту складе 5 років;
- ✦ дисконтований термін окупності (DPP) – 3,5 року;
- ✦ поточна вартість інвестиційного проєкту (NPV) на момент його завершення – 621,9 тис. грн;
- ✦ внутрішня норма рентабельності (IRR) – 21%.

ВИСНОВКИ

Побудова промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети) вирішить одну з важливих проблем на шляху до переходу України на низьковуглецеву енергетику завдяки безперебійному забезпеченню сировиною

виробників твердого біопалива, що дасть змогу щорічно отримувати задану кількість біомаси необхідної якості.

Проведені розрахунки свідчать про значну величину річного чистого доходу промислового комплексу з вирощування та перероблення міскантусу у тверде біопаливо (пелети). Даний факт свідчить про наявність перспективи швидкої окупності інвестицій у даний проєкт.

У цілому, за наявності адекватного державного стимулювання виробництва твердого біопалива з біомаси міскантусу, економічна ефективність проєкту буде високою, а сам проєкт – комерційно доцільним. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. McKendry P. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*. 2002. Vol. 83. Issue 1. P. 37–46. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)
2. McKendry P. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. *Bioresource Technology*. 2002. Vol. 83. Issue 1. P. 47–54. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00119-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00119-5)
3. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 5–10.
4. Новітні технології біоенергоконверсії: монографія / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, І. П. Григорюк та ін. Київ : Аграр Медіа Груп, 2010. 326 с.
5. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Трибой О. В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. Аналітична записка БАУ № 10. URL: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paperuabio-10-ua.pdf>
6. Гелетуха Г., Драгнєв С., Кучерук П., Матвєєв Ю. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу) / Громадська організація «Агентство з відновлюваної енергетики». URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2018/01/biofin.pdf>
7. Хіврич О. Б. та ін. Енергетичні рослини як альтернатива традиційним видам палива / Хіврич О. Б., Кваку В. М., Каськів В. В., Мамайсур В. В., Макаренко А. С. *Агробіологія*. 2011. Вип. 6. С. 153–157. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2011_6_39
8. Сокольникова К. А у нас замість вугілля, газу і дров – енергетичні культури // AgroPortal, 19 жовтня 2016 р. URL: <https://agroportal.ua/ua/publishing/analitika/a-u-nas-vmesto-uglya-gaza-i-drov-energeticheskie-kultury/>
9. Аналітичний звіт та рекомендації щодо вирощування енергетичних культур в Україні / Проект «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій в муніципальному секторі в Україні». 22 лютого 2016. URL: http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet_po_verbe.pdf
10. Шевчук Р. Біоенергетичні культури для Полісся // Аграрний Тиждень. Україна. URL: <https://a7d.com.ua/plants/13853-boenergetichn-kulturi-dlya-polssya.html>
11. Воробей В., Мелєх Я., Гудз Н. Використання біомаси енергетичних культур у північних областях України (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська та Чернігівська області) : аналітичне дослідження / Агенція економічного розвитку PPV Knowledge Networks. Львів, 2018. 59 с. URL: https://www.ppv.net.ua/uploads/work_attachments/Studies_of_Forest-based_and_Energy_Crops_Biomass-for-Energy_Use_in_Northern_Oblasts_of_Ukraine_PPV_2018_UA.pdf
12. ДСТУ EN 15234-4:2013 Тверде біопаливо. Забезпечення якості. Частина 4. Тріски деревні для непромислового використання (EN 15234-4:2012, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62138
13. ДСТУ 8358:2015 Брикети та гранули паливні з деревинної сировини. Технічні умови. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73203
14. Обґрунтування економічної доцільності створення промислового комплексу з вирощування та перероблення мікрородоростей у біодизель. ПП НКЦТУ, Харків, 2019.
15. Офіційний сайт компанії ТОВ «Стандарт-2010». URL: <http://standart-2010.derevo.ua/>
16. Офіційний сайт компанії ООО «ФЕРТЕЛИТА ГРУПП». URL: <http://fertelita.com/>
17. Офіційний сайт компанії EcoTeam. URL: <https://ecoteam.prom.ua/>
18. Офіційний сайт компанії ТОВ «Євромайстер Груп». URL: <https://ring.org.ua/edr/uk/company/38633520>

Науковий керівник – Белікова Н. В., доктор економічних наук, доцент, вчений секретар Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (Харків)

REFERENCES

- “Analitichniy zvit ta rekomendatsii shchodo vyroshchuvannya enerhetychnykh kultur v Ukraini” [Analytical Report and Recommendations for Growing Energy Crops in Ukraine]. Proekt «Rozvytok ta komertsializatsiia bioenerhetychnykh tekhnolohii v munitsypalnomu sektori v Ukraini». February 22, 2016. http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet_po_verbe.pdf
- Blium, Ya. B. et al. *Novitni tekhnolohii bioenerhokonversii* [New Technologies of Bioenergy Conversion]. Kyiv: Ahrar Media Hrup, 2010.
- “DSTU 8358:2015 Brykety ta hranuly palyvni z derevyanoi syrovyny. Tekhnichni umovy” [DSTU 8358:2015 Briquettes and Fuel Pellets from Wood Raw Materials. Specifications]. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73203
- “DSTU EN 15234-4:2013 Tverde biopalyvo. Zabezpechennia yakosti. Chastyna 4. Trisky derevni dlia nepromyslovoho vykorystannia (EN 15234-4:2012, IDT)” [DSTU EN 15234-4:2013 Solid Biofuels. Quality Assurance. Part 4. Wood Chips for Non-industrial Use (EN 15234-4:2012, IDT)]. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62138
- Heletukha, H. et al. “Praktychniy posibnyk z vykorystannia biomasy v yakosti palyva u munitsypalnomu sektori Ukrainy (dlia predstavnykiv ahropromyslovoho kompleksu)” [A Practical Guide to the Use of Biomass as a Fuel in the Municipal Sector of Ukraine (for Representatives of the Agro-industrial Complex)]. Hromadska orhanizatsiia «Ahentstvo z vidnovliuvanoi enerhetyky». <https://uabio.org/wp-content/uploads/2018/01/biofin.pdf>
- Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., and Tryboi, O. V. “Perspektyvy vyroshchuvannya ta vykorystannia enerhetychnykh kultur v Ukraini” [Prospects for Growing and Using Energy Crops in Ukraine]. Analitichna zapyska BAU no. 10. <http://uabio.org/img/files/docs/position-paperuabio-10-ua.pdf>
- Khivrych, O. B. et al. “Enerhetychni roslyny yak alternatyva tradytsiinym vydam palyva” [Energy Plants as an Alter-

- native to Traditional Fuels]. *Ahrobiolohiia*. 2011. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2011_6_39
- McKendry, P. "Energy production from biomass (part 1): overview of biomass". *Bioresource Technology*, vol. 83, no. 1 (2002): 37-46.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)
- McKendry, P. "Energy production from biomass (part 2): conversion technologies". *Bioresource Technology*, vol. 83, no. 1 (2002): 47-54.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00119-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00119-5)
- Obgruntuvannia ekonomichnoi dotsilnosti stvorennia promyslovoho kompleksu z vyroshchuvannia ta pereroblenia mikrovodorostei u biodyzel* [Substantiation of Economic Expediency of Creation of an Industrial Complex on Cultivation and Processing of Microalgae into Biodiesel]. Kharkiv: PP NKTsTU, 2019.
- Ofitsiyni sait kompanii EcoTeam. <https://ecoteam.prom.ua/>
- Ofitsiyni sait kompanii OOO «FERTELYTA HRUPP». <http://fertelita.com/>
- Ofitsiyni sait kompanii TOV «Standart-2010». <http://standart-2010.derevo.ua/>
- Ofitsiyni sait kompanii TOV «Yevromaister Hrup». <https://ring.org.ua/edr/uk/company/38633520>
- Roik, M. V. et al. "Bioenerhetyka v Ukraini: stan ta perspe-

- kyvy rozvytku" [Bioenergy in Ukraine: State and Prospects of Development]. *Bioenerhetyka*, no. 1 (2013): 5-10.
- Shevchuk, R. "Bioenerhetychni kultury dlia Polissya" [Bioenergy Crops for Polissya]. *Ahrarnyi Tyzhen*. Ukraina. <https://a7d.com.ua/plants/13853-boenergetichn-kulturi-dlya-polssya.html>
- Sokolnykova, K. "A u nas zamist vuhillia, hazu i drov - enerhetychni kultury" [And Instead of Coal, Gas and Firewood, We Have Energy Crops]. *AgroPortal*, October 19, 2016. <https://agroportal.ua/ua/publishing/analitika/a-u-nas-vmesto-uglya-gaza-i-drov-energeticheskie-kultury/>
- Vorobei, V., Melekh, Ya., and Hudz, N. "Vykorystannia biomasny enerhetychnykh kultur u pivnichnykh oblastiakh Ukrainy (Volynska, Rivnenska, Zhytomyrska, Kyivska ta Chernihivska oblasti) : analitychne doslidzhennia" [Use of Biomass of Energy Crops in the Northern Regions of Ukraine (Volyn, Rivne, Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv Regions): Analytical Study]. *Ahentsiia ekonomichnoho rozvytku PPV Knowledge Networks*. Lviv, 2018. https://www.ppv.net.ua/uploads/work_attachments/Studies_of_Forest-based_and_Energy_Crops_Biomass-for-Energy_Use_in_Northern_Oblasts_of_Ukraine_PPV_2018_UA.pdf

УДК 330.34

JEL: L94; O13; P48; Q42; Q43

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ, ТЕПЛОВОЇ ТА ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ УКРАЇНИ

©2020 ВІННИЧЕНКО О. В.

УДК 330.34

JEL: L94; O13; P48; Q42; Q43

Вінниченко О. В. Аналіз проблем розвитку атомної, теплової та відновлюваної енергетики в енергосистемі України

З метою дослідження процесу розвитку енергетичної системи України було проаналізовано сучасний стан і проблеми розвитку атомної, теплової та поновлюваної енергетики. Визначено світові тенденції розвитку атомної енергетики та зазначено, що після короткочасного спаду, викликаного аварією на АЕС «Фукусіма-1», почалося поступове зростання кількості реакторів, що знаходяться в експлуатації. Окреслено кризову ситуацію, що склалася на ринку атомної та теплової енергетики. У рамках існуючої на сьогодні моделі ПСО (Public Service Obligation – PSO) компанія НАЕК «Енергоатом» зазнає значних збитків. Обмеження виробництва електричної енергії на АЕС у 2020 р. є недостатньо обґрунтованим заходом, який негативно вплине на енергетичну безпеку країни. Зупинка енергоблоків атомних станцій означає, що вони замість виробництва енергії починають її споживати, при цьому потребують постійного чергування й обслуговування обладнання, функціонування систем безпеки. Зазначено, що вугільні ТЕС України вже виробили свій розрахунковий ресурс і мають вкрай низький коефіцієнт використання встановленої потужності. Крім того, вугільні електростанції в Україні використовують у маневрових режимах, для покриття пікових навантажень, що призводить до прискореного зносу обладнання та знижує ефективність виробництва. Зроблено порівняльний аналіз розвитку відновлюваної енергетики (ВДЕ) та доведено, що збільшення виробництва електроенергії за рахунок ВДЕ потребує розробки достатніх маневрових потужностей. Поточна ситуація свідчить про те, що потужностей ГЕС та ГАЕС не вистачає, тому на цей час для таких цілей використовують вугільні ТЕС, але такий позаштатний режим роботи призводить до подальшого зношення обладнання та до збільшення аварійних ситуацій.

Ключові слова: електроенергія, атомна енергетика, тепла енергетика, відновлювані джерела енергії.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-11-132-138>

Рис.: 1. Табл.: 3. Бібл.: 11.

Вінниченко Олена Вікторівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів та кредиту, Харківський національний університет будівництва та архітектури (вул. Сумська, 40, Харків, 61000, Україна)

E-mail: viavi1974@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4681-7975>

UDC 330.34

JEL: L94; O13; P48; Q42; Q43

Vynnychenko O. V. Analyzing the Problems of Development of Nuclear, Thermal and Renewable Energy in Terms of the Electric Power System of Ukraine

In order to research the process of development of the energy systems of Ukraine, the current status and problems of development of nuclear, thermal and renewable energy are analyzed. The global trends in the development of nuclear energy is identified and it is noted that after the short-term decline caused by