

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ З ВУГІЛЛЯ ЗАЛЕЖНО ВІД СКЛАДУ СИНТЕЗ-ГАЗУ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ КОН'ЮНКТУРИ\*

© 2024 КОТЛЯРОВ Є. І., ШУЛЬГА І. В., КИЗИМ М. О., ХАУСТОВА В. Є.

УДК 669+662.73+338.28  
JEL Classification: L60; L70

## Котляров Є. І., Шульга І. В., Кизим М. О., Хаустова В. Є. Техніко-економічні показники виробництва синтетичних моторних палив з вугілля залежно від складу синтез-газу та економічної кон'юнктури

Виробництво синтетичних моторних палив (СМП), які є альтернативою паливу нафтового походження, розглядається як інструмент підвищення енергетичної безпеки держави. Метою статті є оцінка техніко-економічних показників організації виробництва СМП на базі вітчизняного вугілля та визначення умов, за яких відповідний проєкт матиме інвестиційну привабливість. Як основні чинники, які забезпечують ефективність виробництва СМП, розглянуто співвідношення кількості водню і монооксиду вуглецю в синтез-газі та співвідношення цін кам'яного вугілля і сирої нафти (яка визначає ціну СМП). Найбільша ефективність виробництва СМП досягається за умови, що у складі синтез-газу кількість молекул водню принаймні у 2 рази перевищує кількість молекул монооксиду вуглецю. Це пояснюється складом такого палива – суміші вуглеводнів з узагальноною формулою  $C_nH_{2n}$  і  $C_nH_{2n+2}$ , в молекулах яких кількість атомів водню перевищує кількість атомів вуглецю саме в 2 рази. Газифікація кам'яного вугілля не дозволяє отримати синтез-газ оптимального складу, у зв'язку з чим запропоновано додаткове збагачення його воднем. Запропоноване технічне рішення дозволяє знизити витрати вугілля на виробництво СМП з 4,9 до 2,2 т/т. Наступний чинник, що визначає ефективність виробництва СМП, є рівень цін на вугілля і сирю нафту. Виконані розрахунки показують, що рентабельність операційної діяльності забезпечується при широких діапазонах коливання ціни вугілля (100-200 \$/т) і ціни сирої нафти (в діапазоні 70–140 \$/барель). Але при використанні кредитних ресурсів для реалізації проєкту дисконтований термін окупності може бути забезпечений у більш вузьких діапазонах коливань цін на сировину і готову продукцію. На підставі виконаних розрахунків побудовано «лінію байдужості», координати точок якої відповідають такому рівню цін на вугілля і нафту, за яким дисконтований термін окупності складатиме 6,75 року після виведення підприємства на проєктну потужність.

**Ключові слова:** газифікація вугілля, синтез-газ, синтетичне моторне паливо, ефективність виробництва, техніко-економічне обґрунтування, окупність проєкту, рентабельність операційної діяльності підприємства, дисконтовані грошові потоки.

**Рис.:** 7. **Табл.:** 6. **Формул.:** 6. **Бібл.:** 11.

**Котляров Євген Іванович** – кандидат економічних наук, доцент, завідувач сектора енергетичної безпеки та енергозбереження відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [ekotlarov@i.ua](mailto:ekotlarov@i.ua)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6366-6729>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3947-2017>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701345149>

**Шульга Ігор Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач коксового відділу, Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН) (вул. Весніна, 7, Харків, 61023, Україна)

**E-mail:** [ko@ukhin.org.ua](mailto:ko@ukhin.org.ua)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9389-2690>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004957016>

**Кизим Микола Олександрович** – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, головний науковий співробітник, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [m.kyzym@gmail.com](mailto:m.kyzym@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870>

**Хаустова Вікторія Євгенівна** – доктор економічних наук, професор, директор Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [v.khaust@gmail.com](mailto:v.khaust@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5895-9287>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/629132>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216123094>

\* Стаття підготовлена за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках реалізації проєкту «Створення виробництва синтетичного рідкого палива з вугілля в Україні у воєнний та повоєнний періоди» (реєстраційний номер проєкту 2022.01/0061), що відібраний для виконання за конкурсом «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

**Kotliarov Ye. I., Shulha I. V., Kyzym M. O., Khaustova V. Ye. The Technical and Economic Indicators of Production of Synthetic Motor Fuels from Coal Depending on the Composition of Synthesis Gas and Economic Conditions**

The production of synthetic motor fuels (SMF), which are an alternative to fuels of petroleum origin, is considered as an instrument for increasing the energy security of the State. The article is aimed at assessing the technical and economic indicators of organizing the production of SMF based on domestic coal and determining the conditions under which the relevant project will have investment attractiveness. As the main factors that ensure the efficiency of SMF production, the ratio of the amount of hydrogen and carbon monoxide in synthesis gas and the ratio of hard coal and crude oil prices (which determines the price of SMF) are considered. The uppermost efficiency of SMF production is achieved provided that the number of hydrogen molecules in the synthesis gas is at least 2 times higher than the number of carbon monoxide molecules. This is due to the composition of such fuel: a mixture of hydrocarbons with the generalized formula  $C_nH_{2n}$  and  $C_nH_{2n+2}$ , in the molecules of which the number of hydrogen atoms exceeds the number of carbon atoms by 2 times exactly. Gasification of hard coal does not allow obtaining synthesis gas of optimal composition, and therefore additional enrichment with hydrogen has been proposed. The proposed technical solution makes it possible to reduce the cost of coal for the production of SMF from 4.9 to 2.2 t/t. The performed calculations show that the profitability of operating activities is ensured with wide ranges of fluctuations in the price of coal (\$100-200/t) and the price of crude oil (in the range of \$70-140/barrel). However, when using credit resources for the implementation of the project, the discounted payback period can be provided in narrower ranges of price fluctuations for raw materials and finished products. Based on the calculations performed, a «line of indifference» is built, with the coordinates of the points corresponding to the level of coal and oil prices, according to which the discounted payback period will be 6.75 years after the enterprise is brought to the maximum use of production capacity.

**Keywords:** coal gasification, synthesis gas, synthetic motor fuel, production efficiency, feasibility study, project payback, profitability of the enterprise's operating activities, discounted cash flows.

**Fig.:** 7. **Tabl.:** 6. **Formulae:** 6. **Bibl.:** 11.

**Kotliarov Yevhen I.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Head of Sector of Energy Security and Energy Efficiency of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** ekotlarov@i.ua

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6366-6729>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3947-2017>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701345149>

**Shulha Ihor V.** – Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of Coke Department, Ukrainian State Research Institute for Carbochemistry (UKHIN) (7 Vesnina Str., Kharkiv, 61023, Ukraine)

**E-mail:** ko@ukhin.org.ua

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9389-2690>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004957016>

**Kyzym Mykola O.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Chief Research Scientist, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** m.kyzym@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870>

**Khaustova Viktoriia Ye.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Director of the Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** v.khaust@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5895-9287>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/629132>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216123094>

Забезпечення потреб в різних видах палива для двигунів внутрішнього згорання є необхідною умовою існування економіки будь-якої країни. До основних видів такого палива відносяться пропан-бутанова фракція (скраплений газ), бензин, дизельне паливо і авіаційний гас.

В умовах військової агресії росії і руйнування вітчизняних потужностей з виробництва моторних палив Україна на цей час забезпечує усі потреби виключно за рахунок імпорту готових нафтопродуктів. Орієнтація на імпорт палива у воєнні часи є цілком виправданою, але у повоєнний період, після закінчення російської агресії, необхідно обирати

напрямок розвитку, орієнтований на власне виробництво моторних палив, досягнення максимально можливого рівня енергонезалежності країни та її енергетичної безпеки.

Уряд країни орієнтується на відновлення нафтопереробки, розширення нафтопровідної мережі і будівництво нових потужностей [1; 2]. Реалізація цих планів потребує, крім значних інвестицій в будівництво нових об'єктів, ще й вирішення питання довгострокових гарантованих поставок нафти на відбудовані підприємства. По суті, реалізація такого варіанта зберігає імпортозалежність держави.

Відбувається тільки зміна прояву цієї залежності: залежність від імпорту готових нафтопродуктів змінюється на залежність від постачання сирої нафти.

Існує альтернативний варіант забезпечення країни моторними паливами – орієнтація на наявну вуглецеву сировину (кам'яне і буре вугілля) і створення вітчизняних потужностей з переробки вугілля на синтетичне моторне паливо (далі – СМП). Цей варіант також потребує значних інвестицій в будівництво нових потужностей, але дозволяє знизити імпортозалежність країни і одночасно вирішити проблему завантаження вітчизняної вугледобувної промисловості, яка на цей час знаходиться в кризовому стані, в тому числі внаслідок руйнації росією вугільних ТЕС.

**П**роблематика виробництва синтетичних моторних палив в Україні не є розробленою, в той час як зарубіжними вченими їй приділено увагу. Понад десять років різними аспектами проблеми виробництва синтетичного моторного палива займалися та продовжують дослідження науковці Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України, зокрема наразі в межах реалізації проекту «Створення виробництва синтетичного рідкого палива з вугілля в Україні у воєнний та повоєнний періоди», що виконується за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

Метою статті є оцінка техніко-економічних показників організації виробництва СМП на базі

вітчизняного вугілля та визначення умов, за яких відповідний проект матиме інвестиційну привабливість.

Для досягнення поставленої мети було вирішено комплекс таких завдань: оцінка техніко-економічних показників проекту, ідентифікація основних чинників, які впливають на ефективність проекту, та кількісна оцінка цього впливу, визначення параметрів, за яких проект буде мати бажану економічну ефективність.

В рамках проекту за грантової підтримки НФДУ було розроблено техніко-економічне обґрунтування організації виробництва СМП з кам'яного вугілля в Східному і Західному регіонах, а також з бурого вугілля в Центральному регіоні.

Для подальшого аналізу в статті використовуються результати розрахунків, виконаних для виробництва СМП на новоствореному підприємстві у Західному регіоні на базі вугілля Львівсько-Волинського басейну. Виробництво пропонується здійснювати шляхом газифікації вугілля за процесом Техасо (газифікація водовугільної пульпи в потоці з подачею кисню) з отриманням синтез-газу і подальшою його переробкою на синтетичну нафту за процесом Фішера-Тропша. Вибір способу газифікації було обґрунтовано в окремому дослідженні [3].

У якості сировини передбачається використання вугілля Львівсько-Волинського басейну марки ДГ з показниками якості, наведеними в *табл. 1*.

У результаті газифікації вугілля очікується отримання синтез-газу в кількості і зі складом, наведеними в *табл. 2*.

**Таблиця 1**

**Характеристика довгополум'яного газового вугілля Львівсько-Волинського басейну (вугілля шахти «Нововолинська» № 9, що збагачене на ЦЗФ «Червоноградська»)**

Показники та позначення	Одиниці виміру	Числові значення
Технічний аналіз:	%	
Вологість робочої маси $W_t^r$		8,0
Зольність сухої маси $A^d$		15,0
Вихід летких речовин із сухої знезоленої (горючої) маси $V^{daf}$		39,1
Сірчистість загальна сухої маси $S_t^d$		3,6
Елементний склад органічної маси:	%	
Вуглець $C^{daf}$		80,4
Водень $H^{daf}$		5,1
Азот $N^{daf}$		1,1
Сірка $S^{daf}$		3,2
Кисень $O_d^{daf}$		10,2

Джерело: банк результатів дослідження вугілля ДП «УХІН».

**Характеристики генераторного газу, що отримується при газифікації вугілля  
Львівсько-Волинського басейну за процесом Техасо**

Показник	Значення
Загальна кількість генераторного газу при переробці 550 тис. т вугілля на рік, млн м <sup>3</sup>	993,3
Кількість генераторного газу з 1 т вугілля, м <sup>3</sup>	1806
Склад генераторного газу, % об.:	
H <sub>2</sub>	35
CO	52
CO <sub>2</sub>	13

Джерело: розраховано авторами.

При використанні цього синтез-газу для отримання синтетичної нафти і подальшого виробництва СМП необхідно звернути увагу на таке. СМП є за своїм складом сумішшю вуглеводнів з узагальненим складом C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> (алкани) та C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> (циклоалкани), де *n* – кількість атомів вуглецю в молекулі. За синтезу Фішера-Тропша у складі синтетичної нафти, що отримується, присутні вуглеводні з кількістю вуглецевих атомів від 1 до ≥20. Подальша переробка синтетичної нафти дозволяє отримати наступний асортимент готової продукції (залежно від *n* – кількості атомів вуглецю в молекулі) – табл. 3.

З узагальненої формули вуглеводнів (C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> або C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>) випливає, що у складі синтез-газу, що спрямовується на виробництво синтетичних моторних палив, кількість водню повинна принаймні в 2 рази перевищувати кількість вуглецю (що міститься у складі монооксиду вуглецю CO). Однак у складі сировини (виробного вугілля) вміст водню завжди менший, ніж у нафті. Тому склад отриманого синтез-газу завжди більше або менше від-

хиляється від оптимального. У випадку надлишку монооксиду вуглецю після реакцій синтезу він буде допалюватись до діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>) і скидатись в атмосферу як парниковий газ.

Отже, неоптимальний (за співвідношенням водень : монооксид вуглецю) склад синтез-газу призводить, по-перше, до нераціонального використання ресурсів вуглецю, що міститься у вихідному вугіллі, і, по-друге, – до збільшення викидів парникового газу в атмосферу.

При складі генераторного газу, що наведений в табл. 2, для синтезу буде використано лише 52 % його загального об'єму (35 % водню та 17 % монооксиду вуглецю). Решта генераторного газу буде скидатись в атмосферу у вигляді діоксиду вуглецю. Залежність між складом синтез-газу і кількістю діоксиду вуглецю, що скидається в атмосферу, визначена нами в окремому дослідженні – рис. 1 [4].

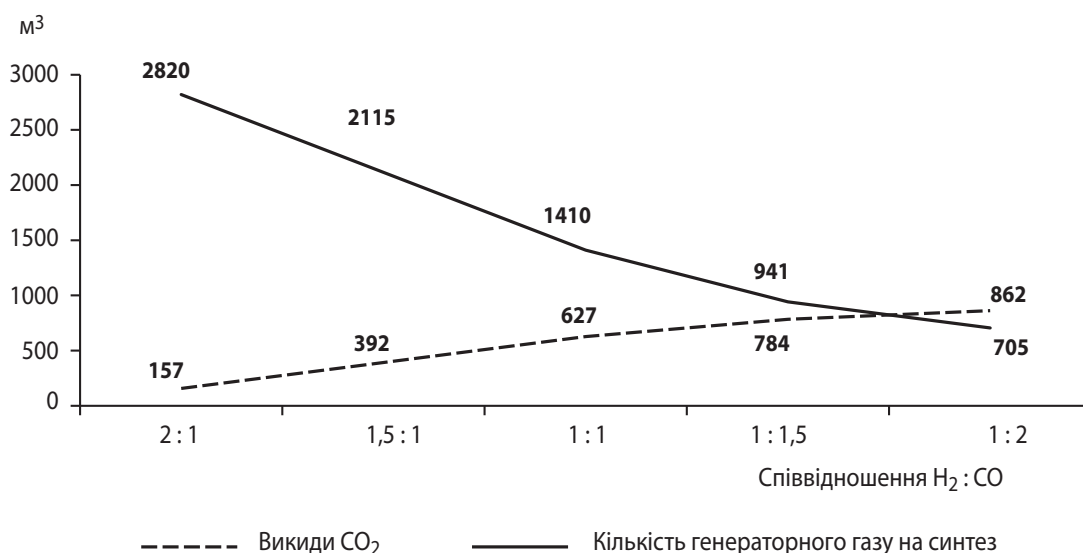
Ефективність збагачення воднем генераторного газу можна проілюструвати на підставі прогнозу кількості готових продуктів, що отримуються при різних варіантах складу синтез-газу. Як варіант

Таблиця 3

**Продукти, що отримуються в результаті переробки синтетичної нафти, отриманої з синтез-газу**

<i>n</i> – кількість атомів вуглецю в молекулі	Назва продукту	Сфера використання
1-2	Метан-етанова фракція	Аналог природного газу, який за теплотворною здатністю перевищує традиційне газоподібне паливо
3-4	Пропан-бутанова фракція	Після скраплення реалізується на автозаправних станціях як автомобільне паливо
5-11	Бензин	Використовується як паливо для карбюраторних та інжекторних двигунів внутрішнього згорання
7-16	Дизельне паливо	Використовується як паливо для дизельних двигунів внутрішнього згорання
12-18	Гас	Використовується як паливо для авіаційних двигунів
≥16	Парафіни	Використовується як сировина для виробництва миючих засобів, косметичних і парфумерних виробів

Джерело: розроблено авторами.



**Рис. 1. Залежність кількості синтез-газу, що спрямовується на отримання вуглеводнів, та викидів CO<sub>2</sub> від складу синтез-газу за співвідношенням H<sub>2</sub> : CO**

Джерело: [4].

І приймається синтез-газ, склад якого наведено в табл. 2 (співвідношення водню до монооксиду вуглецю складає 1 : 1,5). Варіант II передбачає збагачення газу воднем до досягнення оптимального співвідношення водень : монооксид вуглецю (2 : 1). Результати розрахунків наведені в табл. 4. Наведені розрахунки свідчать про високу економічну й екологічну ефективність збагачення воднем синтез-газу, що спрямовується на синтез вуглеводнів, суміш яких і є моторним паливом. Економічна ефективність впливає зі зростання у 2,2 разу виходу готових продуктів; екологічна – у зменшенні в 3,7 разу викидів в атмосферу парникового газу – діоксиду вуглецю. Збагачення воднем генератор-

ного газу дозволяє перевести більше 80 % вуглецю вихідного вугілля в готові продукти та знизити витрати сировини на отримання СМП понад у два рази (з 4,9 до 2,2 т/т).

**Д**ля вирішення проблеми збагачення воднем генераторного газу нами запропоновано і захищено патентом України технічне рішення щодо отримання необхідної кількості водню з одночасним отриманням кисню (який є необхідним реагентом у процесі газифікації вугілля) [5].

Подальші розрахунки базуються саме на вдосконаленій схемі переробки вугілля на СМП, яка забезпечує спрямування на отримання вуглевод-

**Таблиця 4**

**Технічні показники переробки синтез-газу при різних варіантах його складу**

Показники	Варіант I	Варіант II
Кількість вугілля, що спрямовується на газифікацію, тис. т/рік	550,0	
Кількість генераторного газу, що отримується при газифікації, млн м <sup>3</sup>	993,3	
Кількість водню, що додається до генераторного газу, млн м <sup>3</sup>	–	643,0
Кількість корисного синтез-газу, що реагує з отриманням синтетичної нафти, млн м <sup>3</sup>	516,5	1159,5
Кількість синтетичної нафти, що отримується в процесі синтезу, тис. т	112,2	251,9
Кількість парникового газу, що отримується при переробці, млн м <sup>3</sup> (тис. т)	476,8 (934,5)	129,1 (253,6)
Кількість вугілля в розрахунку на 1 т синтетичної нафти, т	4,9	2,2
Кількість вуглецю вихідного вугілля, що включається до складу синтетичної нафти, %	26,3	80,1
Кількість вуглецю вихідного вугілля, що викидається в атмосферу у складі діоксиду вуглецю, %	73,7	19,9

Джерело: розраховано авторами.

нів синтез-газу оптимального складу. Розроблений для умов переробки кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну проект характеризується такими техніко-економічними показниками – *табл. 5*. При виконанні розрахунків вартість вугілля прийнята на рівні світової ціни енергетичного вугілля, що склалася станом на серпень 2024 р. (140 дол. США/т) [6]. Середньозважену вартість СМП розраховано за умови, що світова ціна нафти складає 74 дол. США/барель [6].

Дані, наведені в *табл. 5*, свідчать про те, що економічні результати діяльності підприємства з переробки вугілля на СМП значною мірою залежать від ціни на вугілля (яка визначає загальну суму витрат) і ціни на сиру нафту (яка визначає ціну окремих видів СМП і загальну суму доходів).

За даними українського порталу про фінанси і інвестиції Мінфін [6] та дослідження International Energy Agency, присвяченого аналізу сучасного ринку вугілля [7], світовий ринок енергетичного вугілля в останні роки характеризується високою волатильністю. Так, протягом червня 2021 р. – квітня 2024 р. ціни на енергетичне вугілля на умовах Newcastle FOB коливалися в межах 130–430 \$/т [6; 7].

**В**се це обумовило виконання техніко-економічної оцінки проекту для різного рівня цін на енергетичне вугілля. У якості показника, за яким оцінюється ефективність проекту, прийнято рентабельність операційної діяльності (відношення прибутку після оподаткування до загальної суми витрат операційної діяльності).

Загальна сума витрат на виробництво СМП складається з витрат на вугілля та суми витрат за іншими економічними елементами (витрати на

інші матеріали, амортизація, оплата праці і ЄСВ, інші витрати):

Рівень рентабельності операційної діяльності при різних цінах на вугілля (без ПДВ) розраховується за формулою:

$$P = \frac{A - O_s \times C_s - Const_1}{O_s \times C_s - Const_1} \times \frac{100 - C_n}{100} \times 100, \quad (1)$$

де  $P$  – рентабельність операційної діяльності, %;

$A$  – сума доходів операційної діяльності, тис. дол.; за умови ціни нафти 74 \$/барель сума доходів розрахована на рівні 192070 тис. дол.;

$O_s$  – обсяг переробки вугілля, тис. т; згідно з вихідними даними 550 тис. т/рік;

$C_s$  – ціна 1 т вугілля, дол./т;

$Const_1$  – витрати за іншими економічними елементами, тис. дол.; за умови незмінності усіх складових витрат операційної діяльності (крім витрат на вугілля) ця величина є сталою і за виконаними розрахунками складає 44111 тис. дол.;

$C_n$  – ставка податку на прибуток; за чинною редакцією Податкового кодексу [8] прийнято на рівні 18 %.

За таких умов рентабельність операційної діяльності може бути розрахована за таким виразом:

$$P = 100,18 - 0,37C_s. \quad (2)$$

За умови стабільності цін на нафту (і відповідно, при стабільному рівні доходів) і коливаннях ціни вугілля в діапазоні 100-200 \$/т залежність рентабельності операційної діяльності від рівня цін на вугілля має вигляд, що описується формулою (2) і наведено на *рис. 2*.

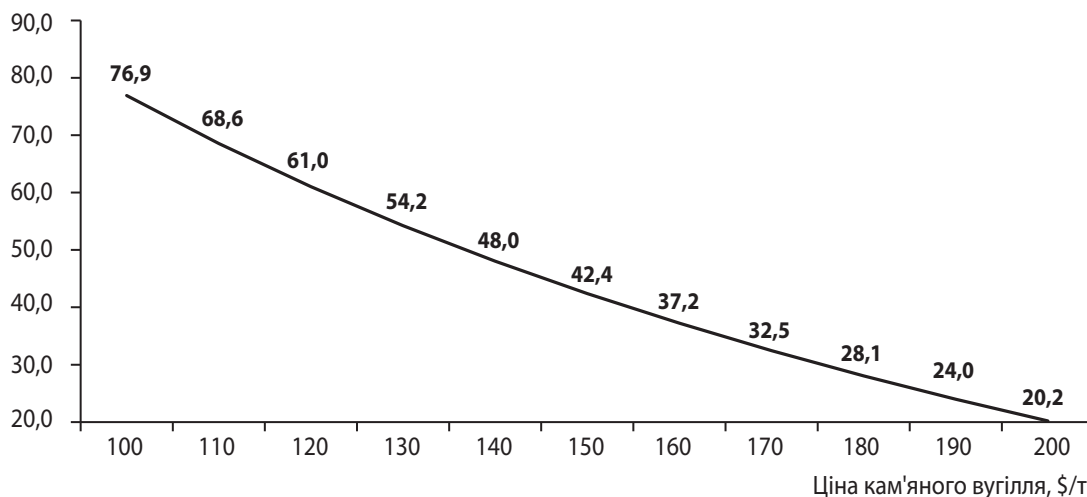
Таблиця 5

**Основні техніко-економічні показники проекту з переробки вугілля Львівсько-Волинського басейну на СМП**

Показник	Значення
Інвестиції в будівництво підприємства, млн дол. США	313,2
Тривалість будівництва, роки (з урахуванням періоду освоєння проектної потужності протягом першого кварталу)	3,25
Кількість вугілля, тис. т/рік	550
Ціна 1 т вугілля, дол.	140
Частка вартості вугілля в загальній сумі витрат, %	63,6
Кількість СМП, тис. т	238,4
Середньозважена ціна СМП, дол./т	455,35
Частка вартості СМП в загальних доходах, %	56,5
Рентабельність операційної діяльності, %	48,0 %
Кількість робочих місць, що створюються при реалізації проекту, осіб	1029

Джерело: розроблено авторами.

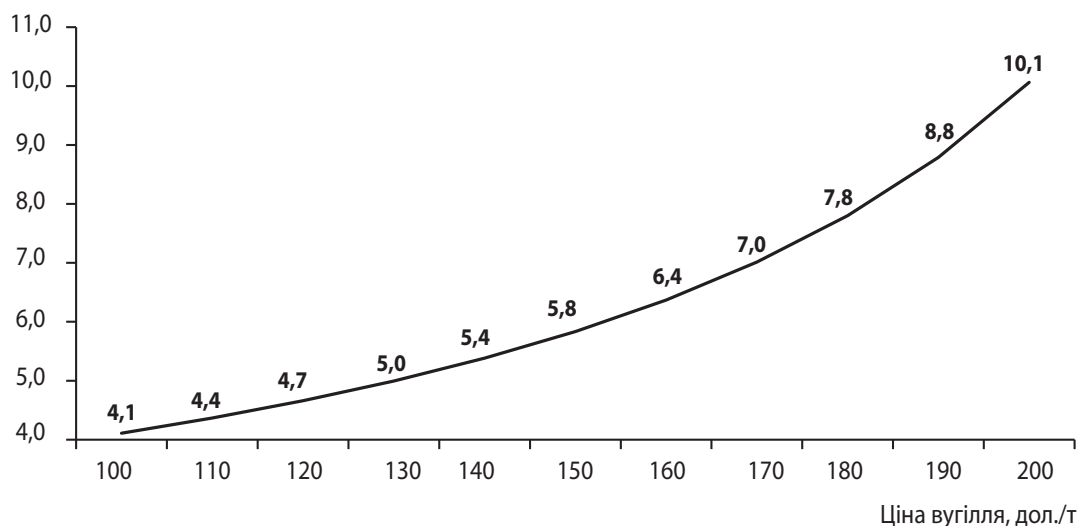
Рентабельність операційної діяльності, %



**Рис. 2. Залежність рентабельності операційної діяльності підприємства з виробництва СМП від рівня цін на кам'яне вугілля (на прикладі переробки кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну)**

Джерело: складено авторами.

Простий термін окупності, років



**Рис. 3. Залежність простого терміну окупності проекту з виробництва СМП від ціни сировини (кам'яного вугілля)**

Джерело: побудовано авторами.

Наведена залежність свідчить, що при підвищенні вартості сировини – кам'яного вугілля на 1 \$/т (при незмінності усіх інших чинників) рентабельність операційної діяльності знижується на 0,8–0,9 % (за умови незмінності усіх інших чинників).

За таких умов простий термін окупності буде визначатися наступною залежністю:

$$T = \frac{I}{(D - 550C_s - Const_1) \times 0,82} = \frac{313200}{121326,4 - 451C_s}, \quad (3)$$

де  $I$  – сума інвестицій для реалізації проекту, тис. дол.; згідно з виконаними розрахунками приймається на рівні 313,2 млн дол. (табл. 5).

У графічному вигляді залежність простого терміну окупності від ціни вугілля має вигляд, наведений на рис. 3.

Отже, прийнятне значення простого терміну окупності проекту з переробки кам'яного вугілля на СМП може бути досягнуто за умови, що ціна вугілля не буде перевищувати 160–270 дол./т.

З іншого боку, частка вартості СМП в загальній сумі доходів складає (при ціні сирої нафти 74 \$/барель) 58,1 % (за умови реалізації таких супутніх продуктів, як кисень, електроенергія, парафіни, метан-етанова фракція, сірчана кислота, сульфат амонію, шлак для дорожнього будівництва).

У виконаних розрахунках прийнято, що вартість СМП функціонально залежить від світової ціни на нафту. Приймаючи суму витрат стабільною, рентабельність операційної діяльності залежно від ціни сирої нафти можливо розрахувати за формулою:

$$P = \frac{C_{СМП} \times \frac{C_n}{74} \times O_{СМП} + Const_2 - B}{B} \times \frac{100 - C_n}{100} \times 100, \quad (4)$$

де  $C_{СМП}$  – середньозважена ціна 1 т СМП при ціні нафти 74 \$/барель 455,35 дол.;

$C_n$  – ціна нафти, \$/барель;

$O_{СМП}$  – кількість СМП, тис. т; згідно з розрахунками 238,4 тис. т

$Const_2$  – вартість інших товарних продуктів, тис. \$; згідно з розрахунками 83514,4 тис. дол.;

$B$  – сума витрат операційної діяльності, тис. дол.; згідно з розрахунками 121111 тис. дол.

Розрахована при обґрунтуванні проекту сума витрат операційної діяльності, вартість готової продукції та інші показники дозволяють спростити формулу (4) до такого виду:

$$P = C_n - 25,5. \quad (5)$$

Ціна нафти на світовому ринку, \$/т

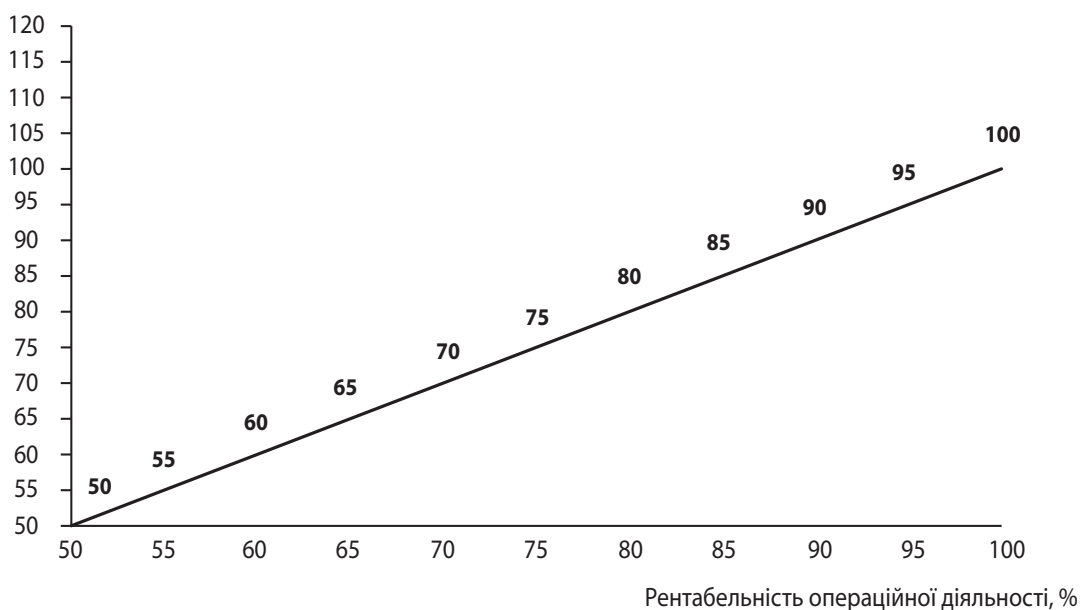


Рис. 4. Залежність рентабельності операційної діяльності підприємства з виробництва СМП від світового рівня цін на нафту (при ціні вугілля 140 \$/т)

Джерело: складено авторами

У графічному вигляді залежність рентабельності операційної діяльності від ціни на сиру нафту має такий вигляд – рис. 4.

Простий термін окупності проекту, залежно від рівня цін на сиру нафту і при фіксованій сумі витрат, може бути розрахований за формулою:

$$T = \frac{I}{(D - 550C_n - Const_1) \times 0,82} = \frac{313200}{121326,4 - 451C_n}, \quad (6)$$

де  $D, B$  – відповідно сума доходів і витрат, тис. дол.; 0,82 – коефіцієнт, що враховує сплату податку на прибуток.

Графічне зображення цієї залежності наведено на рис. 5.

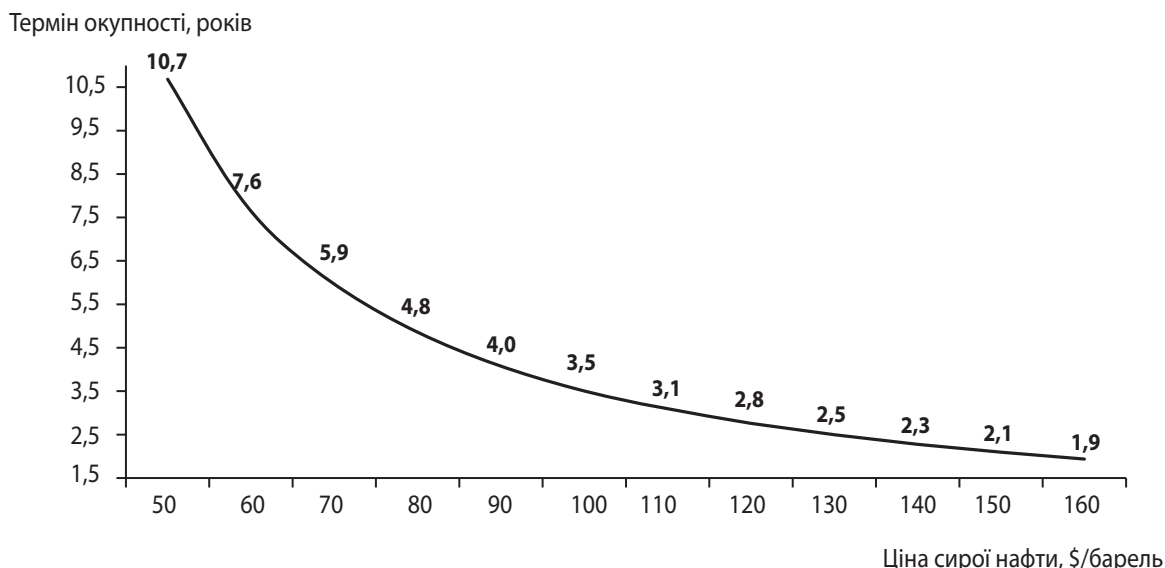
Як показують розрахунки, збільшення ціни на сиру нафту на 10 \$/барель приводить до підвищення рентабельності операційної діяльності на 5 % і до зменшення простого терміну окупності.

Як показують залежності, наведені на рис. 2–5, зміни цін на вугілля і нафту здійснюють протилежний вплив на рівень рентабельності операційної діяльності: зростання ціни вугілля призводить до зменшення цього показника, тоді як зростання ціни нафти приводить до зростання рентабельності.

Це обумовлює необхідність дослідження одночасного впливу обох факторів на ефективність проекту.

Значна сума інвестицій, необхідна для реалізації проекту (313,2 млн дол.), потребує залучення





**Рис. 5. Залежність простого терміну окупності від рівня цін на сирину нафту (при фіксованій ціні на кам'яне вугілля)**

**Джерело:** складено авторами.

кредитних ресурсів. Для подальших розрахунків прийнято, що кредитні ресурси надаються строком на 10 років з відсотковою ставкою 5 % річних і за умови початку погашення кредиту після закінчення будівництва (тобто через 3 роки після надання коштів – табл. 5). Дослідження одночасного впливу зміни цін на сировину (кам'яне вугілля) і сирину нафту за умови використання кредитних ресурсів виконано таким шляхом.

**К**ритерієм доцільності реалізації проекту обрано дисконтований термін окупності, рівний 10 рокам з часу надання інвестицій, або 6,75 років з часу виведення підприємства на проектну потужність (виходячи з того, що тривалість будівництва складає 3 роки, а вивід підприємства на проектну потужність буде здійснено протягом кварталу – табл. 5).

Для оцінки виконано ряд проміжних розрахунків дисконтованих грошових потоків при різних комбінаціях «ціна вугілля-ціна нафти».

Обробка отриманих даних дозволила побудувати свого роду «лінію байдужості», яка визначає, за яких саме комбінаціях цін на вугілля і нафту дисконтований термін окупності буде дорівнювати 10 рокам (з моменту надання кредитних ресурсів) – *рис. 6*.

Комбінації цін вугілля і нафти, що знаходяться нижче цієї «лінії байдужості», відповідають ринковим умовам, за яких дисконтований термін окупності буде менше, ніж 10 років. І навпаки: комбінація цін на вугілля і нафту, яка відповідає точці

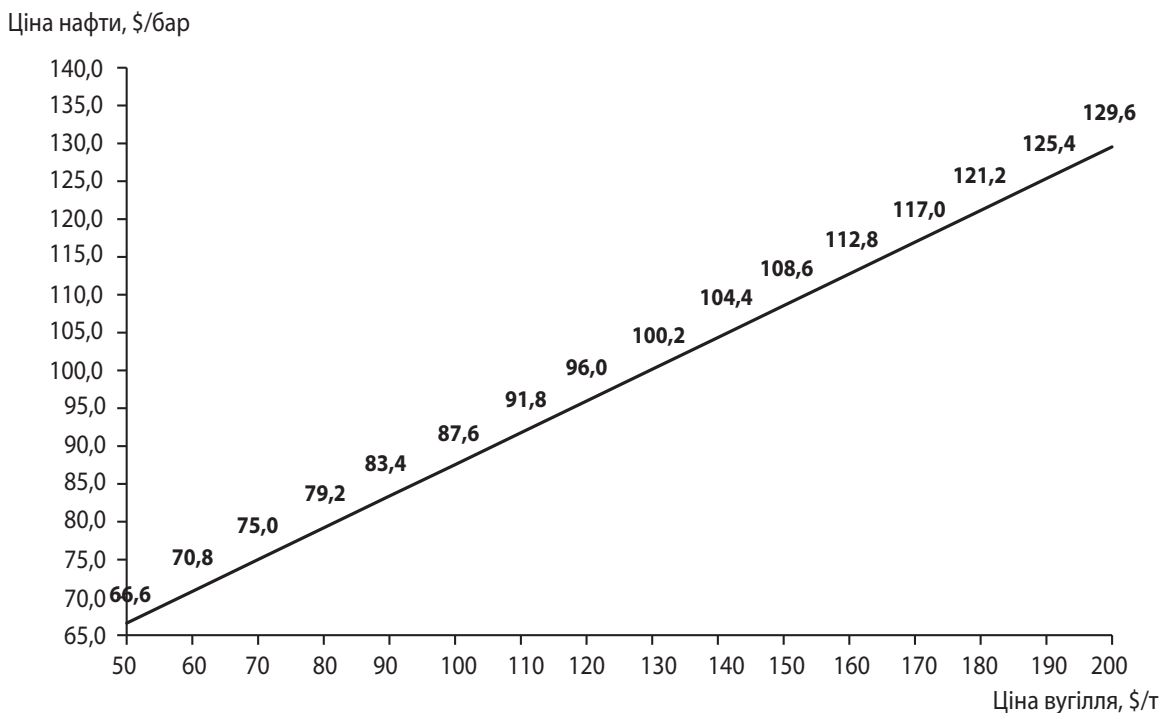
вище «лінії байдужості», свідчить про те, що дисконтований термін окупності більше 10 років.

Зміна умов надання кредиту також буде впливати на термін окупності інвестицій. Виконані розрахунки дозволяють зробити такі висновки:

- ✦ скорочення відсоткової ставки на 0,5 відсоткових пункти знижує дисконтований термін окупності на 0,3 роки;
- ✦ збільшення терміну надання кредиту (понад 10 років) знижує дисконтований термін окупності на 0,3 роки на кожний рік збільшення терміну кредитування.

Виконані розрахунки дозволяють зробити висновки, що на прийняття рішення про реалізацію проекту впливатиме співвідношення цін на вугілля і нафту та умови надання кредитних ресурсів. В подальшому, при прийнятті рішення про реалізацію проекту, необхідно враховувати таке. Глобальний перехід до низьковуглецевої енергетики, подальший розвиток електрогенерації шляхом використання відновлюваних джерел енергії призведуть, як очікується, до припинення використання вугілля для виробництва електроенергії вже у 2040 р. Такі висновки містяться в дослідженнях Міжнародної енергетичної агенції, наприклад, [7; 9] та інших аналітичних матеріалах, розміщених на офіційному сайті цієї організації.

**Ц**е призведе до суттєвого зниження цін на вугілля. Уряд України в затвердженому Національному плані з енергетики та клімату [10] очікує, що станом на 2030 р. середньосвітові



**Рис. 6. Співвідношення цін на вугілля і нафту, за якого забезпечується 10-річний дисконтований термін окупності інвестицій (на прикладі підприємства Західного регіону)**

**Джерело:** розраховано авторами

ціни на кам'яне вугілля складатимуть 68 \$/т, а ціна сирової нафти – 74 \$/барель. Своєю чергою, ці очікування базуються на довгостроковому прогнозі International Energy Agency [9].

Таке співвідношення цін на вугілля і нафту робить проекти з переробки кам'яного вугілля на СМП інвестиційно привабливими, але тільки за умови отримання синтез-газу оптимального складу (за співвідношенням кількості водню до кількості монооксиду вуглецю).

На користь реалізації інвестиційного проекту переробки кам'яного вугілля на СМП свідчить також і його висока бюджетна ефективність, а саме – податкові надходження до Державного і місцевих бюджетів.

Розрахунок податкових надходжень виконано для різних рівнів цін на вугілля (в діапазоні 100–200 дол./т) з урахуванням нормативів розподілу загальнодержавних податків між бюджетами різних рівнів, встановлених Бюджетним кодексом України [11]. Результати розрахунків наведено в *табл. 6*.

Структуру податкових надходжень наведено на рис. 7. Отже, як показують виконані розрахунки, виробництво СМП з вітчизняного вугілля є досить привабливим, як для Державного, так і для місцевих бюджетів. В розрахунку на 1 т кам'яного вугілля податкові надходження складають (залежно від ціни вугілля) 7,5–9,3 тис. грн. Основну суму податкових платежів складають непрямі податки (ПДВ і акциз),

які забезпечують при переробці кам'яного вугілля до 91 % всіх надходжень. Це пояснюється передусім діючою податковою політикою, яка орієнтована саме на непрямі податки (податки на споживання), які гарантують надходження до бюджету.

**Ч**инна редакція Податкового кодексу [8] передбачає ставки акцизного податку на бензин і дизельне паливо на рівні 359 євро за 1000 л (450–480 євро за тону). Враховуючи, що на виробництво 1 т СМП витрачається приблизно 2,2 т кам'яного вугілля (*табл. 4*), можна зробити висновок, що податкові надходження від переробки вугілля (за ціною 100–180 дол./т) вищі, ніж ціна цього вугілля.

Крім врахованих в *табл. 6* податків, при реалізації проекту слід очікувати додаткові надходження до Пенсійного фонду України. За виконаними розрахунками при переробці 550 тис. т кам'яного вугілля щорічні нарахування єдиного соціального внеску оцінюються сумою 88288 тис. грн (2207,2 тис. дол.).

У виконаних розрахунках не оцінювався бюджетний ефект, який буде отриманий внаслідок поживлення роботи вугледобувних підприємств, які є постачальниками вугілля, а також українських підприємств машинобудування і будівельно-монтажних підприємств, які будуть задіяні при реалізації проекту.

Розподіл суми податкових надходжень між Державним і місцевими бюджетами, тис. грн

Податок	Сума податку, тис. грн	Державний бюджет		Місцеві бюджети	
		Норматив відрахувань, %	Сума, тис. грн	Норматив відрахувань, %	Сума, тис. грн
Податок на прибуток *)	273305-669305	80	218644-535444	20	54661-133861
ПДВ *)	534874-974874	100	534874-974874	-	-
Акцизний податок	3388397	86,56	2932996	13,44	455401
ПДФО	72236	25	18059	75	54177
Військовий збір	6020	100	6020	-	-
Екологічний податок за викиди CO <sub>2</sub>	7608	100	7608	-	-
Екологічний податок за інші види забруднень	7785	45	3503	55	4282
Усього по Західному регіону *)	4290225-5126225		3721704-4478504		568521-647721
Податкові надходження в розрахунку на 1 т вугілля, що переробляється, грн/т	7800-9320		6767-8143		1033-1177

\*) – Залежно від рівня цін на вугілля

Джерело: розраховано авторами на основі [8; 11].

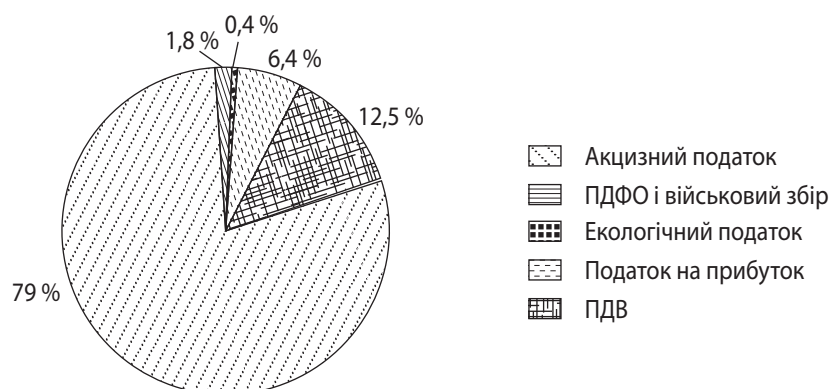


Рис. 7. Структура податкових надходжень до Державного і місцевого бюджетів при переробці кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну

Джерело: побудовано за даними табл. 6.

Таким чином, за відмови від використання вугілля для виробництва електроенергії та зниженні цін на нього складаються привабливі умови для реалізації проектів з переробки енергетичного вугілля на СМП.

#### ВИСНОВКИ

1. Одним із чинників, що визначає ефективність виробництва СМП з вугілля, є склад синтез-газу, який спрямовується на виробництво синтетичної нафти. Збагачення воднем генераторного газу, що отримується безпосередньо

при газифікації, дозволяє знизити витрати вугілля на виробництво 1 т СМП з 4,9 т (при співвідношенні водень : монооксид вуглецю 1: 1,5) до 2,2 т (при співвідношенні водень : монооксид вуглецю 2: 1). Запропоноване технічне рішення, яке захищено патентом України, дозволяє отримувати не тільки необхідну кількість водню для збагачення синтез-газу, а й достатню кількість кисню, який є необхідним реагентом для газифікації вугілля.

2. Суттєвий вплив на економічну ефективність запропонованого проекту виробни-

цтва СМП здійснює співвідношення цін на кам'яне вугілля і сирину нафту (яка визначає рівень цін на моторне паливо). За умови, що ціна 1 т кам'яного вугілля не буде перевищувати вартість 1,5–2 барелів сирової нафти, проект матиме задовільні показники економічної ефективності.

3. При переході до «зеленої» економіки і відмови від використання вугілля для виробництва електроенергії очікується падіння цін на вугілля при стабілізації цін на нафту. Згідно з наявними прогнозами цінова ситуація на ринках вугілля і сирової нафти вже у 2030 році сприятиме реалізації проектів з виробництва СМП з кам'яного вугілля. Враховуючи, що для повної відмови від використання вугілля для виробництва електроенергії встановлено термін до 2040 р., слід очікувати суттєвого посилення інтересу до відповідних проектів.
4. Запропонованому проекту виробництва СМП з вугілля притаманна висока бюджетна ефективність, яка визначається високими ставками акцизного податку на моторне паливо. Розрахунки показують, що при переробці 1 т вугілля у підприємства виникають податкові зобов'язання з загальнодержавних податків на суму 7,5–9,3 тис. грн, тобто більше, ніж вартість вугілля, яке використовується для цього виробництва. Це може розглядатися як стимул для реалізації проектів органами державної і місцевої влади.

При реалізації проектів слід очікувати додатковий бюджетний ефект за рахунок поживавлення роботи підприємств з видобутку і збагачення вугілля, а також підприємств хімічного машинобудування і будівельно-монтажних організацій. ■

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. План відновлення України. URL: <https://recovery.gov.ua/>
2. План України : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.03.2024 р. № 244-р URL: <https://me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=8f36a2d9-9611-4bff-8fa9-474da62bd28d&tag=PlanUkraini>
3. Шульга І. В., Кизим М. О., Хаустова В. Є., Котляров Є. І. Методичний підхід до обґрунтування способу газифікації кам'яного вугілля для виробництва синтетичних моторних палив. *Бізнес Інформ*. 2024. № 7. С. 254–264. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-254-264>
4. Shulga I., Kyzym M., Kotliarov Y., Khaustova V. Improvement of the ecological efficiency of synthetic motor fuel production in Ukraine. *Journal of Engineering Sciences*. 2024. Vol. 11 (2). P. H11-H25. DOI: [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(2\).h2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(2).h2)
5. Шульга І. В., Кизим М. О., Хаустова В. Є., Котляров Є. І. Патент України на корисну модель 156530 Україна. Спосіб отримання синтетичних моторних палив з вугілля // Опубл. Бюл. 2024. № 27.
6. Minfin.com.ua. Український портал про фінанси і інвестиції. URL: <https://minfin.com.ua/ua>
7. Coal Mid-Year Update – July 2024. URL: <https://www.iea.org/reports/coal-mid-year-update-july-2024/prices>
8. Податковий кодекс України : Закон України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#n5400>
9. World Energy Outlook 2023 // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
10. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.06.2024 р. № 587-р. URL: <https://me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku>
11. Бюджетний кодекс України : Закон України від 08.07.2010 р. № 2456-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text>

## REFERENCES

- “Coal Mid-Year Update - July 2024”. <https://www.iea.org/reports/coal-mid-year-update-july-2024/prices> [Legal Act of Ukraine] (2010). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#n5400> [Legal Act of Ukraine] (2010). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text> [Legal Act of Ukraine] (2024). <https://me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku> [Legal Act of Ukraine] (2024). <https://me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=8f36a2d9-9611-4bff-8fa9-474da62bd28d&tag=PlanUkraini> Minfin.com.ua. Ukrainskyi portal pro finansy i investytsii. <https://minfin.com.ua/ua> “Plan vidnovlennia Ukrainy” [Ukraine Recovery Plan]. <https://recovery.gov.ua/> Shulga, I. “Improvement of the ecological efficiency of synthetic motor fuel production in Ukraine”. *Journal of Engineering Sciences*, vol. 11 (2) (2024): H11-H25. DOI: [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(2\).h2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(2).h2) Shulha, I. V. et al. “Metodychnyi pidkhd do obgruntuвання sposobu hazyfikatsii kamianoho vuhillia dlia vyrobnytstva syntetychnykh motornykh palyv”

[The Methodical Approach to Substantiation of the Method of Coal Gasification for the Production of Synthetic Motor Fuels]. *Biznes Inform*, no. 7 (2024): 254-264.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-254-264>

Shulha, I. V. et al. "Patent Ukrainy na korysnu model 156530 Ukraina. Sposib otrymannia syntetychnykh

motornykh palyv z vuhillia" [Patent of Ukraine for Utility Model 156530 Ukraine. The Method of Obtaining Synthetic Motor Fuels from Coal]. *Opubl. Biul.*, no. 27 (2024).

"World Energy Outlook 2023". International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

UDC 338.45

JEL Classification: L66; H56

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-10-194-205>

## AGRICULTURE AND FOOD INDUSTRY UNDER THE LEGAL REGIME OF MARTIAL LAW

© 2024 PETRUKHA N. M., PETRUKHA S. V., UMANETS Y. M., RYBITSKYI O. L.

UDC 338.45

JEL Classification: L66; H56

### Petrukha N. M., Petrukha S. V., Umanets Y. M., Rybitskyi O. L. Agriculture and Food Industry under the Legal Regime of Martial Law

*The theoretical and methodological basis of the study, set out in this scientific article, is based on the study of the issue of efficient functioning of agriculture and food industry under the legal regime of martial law. The aim of the study is to analyze the main problems and challenges faced by agricultural enterprises and the food industry under martial law, as well as to develop proposals for adapting their activities to modern conditions. To achieve this aim, a wide range of research methods were used, the main of which were the methods of generalization and synthesis, scientific abstraction, analytical diagnosis, descriptive statistics. The article examines the impact of the legal regime of martial law on economic sustainability and production processes in agriculture, processing and food industries, in particular through the prism of ensuring food security, access to resources and support on the part of the State. It is found that the key problems for agriculture and the food industry under martial law are disruption of logistics chains, insufficient resource supply, difficulties with the exportation of products, as well as the need to relocate production to safer regions. It is proved that the efficient functioning of agriculture, processing and food industries is possible subject to the adaptation of the State regulation mechanisms to the legal regime of martial law, in particular, the direction of State support for the relocation of the processing and food industries, the implementation of humanitarian demining, export stimulation and the introduction of grant programs for financing agricultural production and the production of niche agricultural products. Prospects for further research can be aimed at developing integrated models of financial and economic stimulation of agro-industrial enterprises under martial law, studying the efficiency of international technical assistance and investment flows for the restoration of agricultural infrastructure, as well as optimizing the State support mechanisms in crisis situations, which will contribute to the sustainable development of agriculture and food industry in Ukraine.*

**Keywords:** agriculture, agrarian sector of the economy, processing industry, food industry, added value, State support (assistance), relocation, export.

**Tabl.:** 4. **Bibl.:** 26.

**Petrukha Nina M.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management in Construction, Kyiv National University of Construction and Architecture (31 Povitryanykh Syl Ave., Kyiv, 03680, Ukraine)

**E-mail:** [nninna1983@gmail.com](mailto:nninna1983@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3805-2215>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2411439>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58000960900>

**Petrukha Serhii V.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management in Construction, Kyiv National University of Construction and Architecture (31 Povitryanykh Syl Ave., Kyiv, 03680, Ukraine)

**E-mail:** [psv03051984@gmail.com](mailto:psv03051984@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8859-0724>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2411435>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57006812300>

**Umanets Yevhen M.** – Postgraduate Student, College of International Business (1 Duchnovic Square, Preshov, 08001, Slovakia)

**E-mail:** [Jekaum@ukr.net](mailto:Jekaum@ukr.net)

**Rybitskyi Oleksandr L.** – Postgraduate Student, National Scientific Center "Institute of Agricultural Economics" (10 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03680, Ukraine)

**E-mail:** [arybitskiy@gmail.com](mailto:arybitskiy@gmail.com)