

and Management Category]. *Biznes Inform*, no. 7 (2018): 14-19. https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-7_0-pages-14_19.pdf
Tatar, M. S. "Identifikatsiia ta klasyfikatsiia hlobalnykh vyklykiv" [Identification and Classification of Global Challenges]. *Chasopys ekonomichnykh reform*, no. 3 (2020): 36-44. DOI: 10.32620/cher.2020.3.04
Tatar, M. S. "Teoretyko-metodolohichniy bazys sotsialno-ekonomichnoi vzaiemodii subiektiv hospodariuvan-

nia v umovakh hlobalnykh vyklykiv" [Theoretical and Methodological Basis of Socio-Economic Interaction of Businesses in the Conditions of Global Challenges]. *Chasopys ekonomichnykh reform*, no. 1 (2021): 37-49. DOI: 10.32620/cher.2021.1.05
Upravlinnia sotsialno-ekonomichnoiu vzaiemodiiu na pidpriemstvakh: metodolohiia ta instrumentarii [Management of Socio-economic Interaction in Enterprises: Methodology and Tools]. Lviv: Rastr-7, 2016.

УДК 662.7:620.92:620.98
JEL: B41; O14; Q42; O22; L23

МЕТОДИЧНИЙ АСПЕКТ ВИБОРУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ВИРОБНИЦТВА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ МОТОРНОГО ПАЛИВА

©2021 ШПІЛЄВСЬКИЙ В. В., КОСТЕНКО Д. М., ШПІЛЄВСЬКИЙ О. В.

УДК 662.7:620.92:620.98
JEL: B41; O14; Q42; O22; L23

Шпільєвський В. В., Костенко Д. М., Шпільєвський О. В. Методичний аспект вибору інноваційних технологій з виробництва альтернативних видів моторного палива

Метою статті є розробка методичного підходу до послідовного та раціонального вибору перспективних щодо освоєння в Україні видів альтернативного моторного палива й інноваційних технологій його виробництва та обґрунтування системи техніко-економічних показників комплексу з виробництва синтетичного моторного палива з низькосортної сировини. Однією з ключових проблем енергозабезпечення України сьогодні є її висока залежність від імпорту готового моторного палива, яку можна послабити за рахунок розвитку в країні виробництва альтернативних видів моторного палива на основі новітніх технологій. Дана стаття, ґрунтуючись на положеннях економічної теорії, розкриває сутність розробленого методичного підходу до послідовного вибору перспективних щодо освоєння в Україні видів альтернативного моторного палива й інноваційних технологій його виробництва. Розроблений методичний підхід для проведення раціонального вибору перспективних щодо виробництва та використання в Україні видів моторного палива включає в себе оцінку: відповідності споживчих властивостей певних видів моторного палива вимогам наявного моторного парку (ціль); ефективності технологій виробництва моторного палива (можливості); достатності ресурсного забезпечення виробництва моторного палива (обмеження). Методичний підхід доведено до рівня методики, застосування якої дозволило виявити перспективні щодо застосування в країні види альтернативного моторного палива й інноваційні технології їх виробництва. Згідно з розробленим методичним підходом доведено доцільність розвитку в Україні галузі синтетичного моторного палива на основі застосування способу непрямого зрідження вугілля (за методом Фішера – Тропіша). Результатом роботи стала система техніко-економічних показників комплексу з виробництва синтетичного моторного палива з низькосортної сировини.

Ключові слова: критерії вибору, інноваційні технології, альтернативне моторне паливо, споживчі властивості, достатність ресурсозабезпечення, зовнішня нафтова залежність.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-10-176-187>

Рис.: 5. Табл.: 8. Бібл.: 19.

Шпільєвський Володимир Вікторович – кандидат економічних наук, завідувач відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: shpilevskiyv@gmail.com

Костенко Дмитро Миколайович – кандидат економічних наук, 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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7136-9946>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/4754125/dmytro-kostenko/>

Шпільєвський Олексій Володимирович – молодший науковий співробітник відділу макроекономічної політики та регіонального розвитку, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: astartes009@gmail.com

UDC 662.7:620.92:620.98

JEL: B41; O14; Q42; O22; L23

Shpilevskiy V. V., Kostenko D. M., Shpilevskiy A. V. The Methodical Aspect of the Choice of Innovative Technologies for the Production of Alternative Types of Motor Fuel

The article is aimed at developing a methodological approach to a consistent and rational choice of promising for the development in Ukraine types of alternative motor fuel and innovative technologies for its production, substantiation of the system of technical and economic indicators of the complex for the production of synthetic motor fuel from the low-grade raw materials. One of the key problems of Ukraine's energy provision today is its high dependence on the import of finished motor fuel, which can be reduced by the development in the country of alternative types of motor fuel based on the latest technologies. The article, based on the provisions of economic theory, discloses the essence of the developed methodological approach to the consistent choice of promising types of alternative motor fuel for their development in Ukraine and innovative technologies of its production. The developed methodological approach for rational choice of promising for the production in Ukraine and use of motor fuel types includes an evaluation of the following: compliance of consumer

properties of certain types of motor fuel with the requirements of the existing motor fleet (target); efficiency of motor fuel production technologies (capabilities); sufficiency of resource provision for the production of motor fuel (restrictions). The methodical approach is brought to the level of the methodology, the use of which allows to identify promising types of alternative motor fuel for use in the country and innovative technologies of their production. Along with the developed methodical approach, the expediency of development in Ukraine of the synthetic motor fuel industry is proved on the basis of using the method of indirect coal liquefaction (according to the Fisher–Tropsch method). The result of the work is a system of technical and economic indicators of the complex for the production of synthetic motor fuel from the low-grade raw materials.

Keywords: selection criteria, innovative technologies, alternative motor fuel, consumer properties, sufficiency of resource provision, dependence on the external oil.
Fig.: 5. **Tabl.:** 8. **Bibl.:** 19.

Shpilevskiy Volodymyr V. – PhD (Economics), Head of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: shpilevskyvv@gmail.com

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

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7136-9946>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/4754125/dmytro-kostenko/>

Shpilevskiy Alexey V. – Junior Researcher of the Department of Macroeconomic Policy and Regional Development, Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: astartes009@gmail.com

Розвиток сучасної економічної системи дедалі більше залежить від достатнього забезпечення якісними енергетичними ресурсами, що зумовлено інтенсифікацією та трансформацією процесів механізації й автоматизації всіх галузей. Зростання енергетичних потреб суспільства, що пов'язані зі зростанням чисельності населення, поліпшенням якості життя, автоматизацією технологічних процесів, відбувається паралельно з усвідомленням необхідності забезпечення екологічно безпечного розвитку суспільства. Попередження змін клімату посіло першочергове місце серед найважливіших завдань міжнародної спільноти. Розв'язання проблеми світова спільнота вбачає в переході до використання альтернативних джерел енергії.

Загальносвітовою тенденцією сьогодення в енергетиці є заміщення традиційних енергетичних ресурсів альтернативними аналогами, що, з одного боку, зменшує залежність від традиційних ресурсів, а з іншого – зменшує викиди шкідливих речовин в атмосферу.

На сучасному етапі розвитку економіки України, що характеризується посиленням власної енергонезалежності та диверсифікацією паливно-енергетичного сектора з акцентом на інтегрування відновлюваної енергетики значна увага приділяється вивченню питань розвитку використання альтернативних видів моторного палива. Важливість розв'язання проблеми зростання цін на традиційні енергетичні ресурси, посилення енергетичної незалежності, поліпшення екологічної ситуації та створення додаткового продукту не викликає наукового сумніву, а досвід передових країн у використанні альтернативних видів моторного палива підтверджений практикою та є вмотивованим із погляду перспектив розвитку економіки. Виробництво альтернативних моторних біопалив є одним із перспективних шляхів заміщення традиційних енергоресурсів, і підвищення енергетичної й екологічної безпеки України.

Науково-дослідницька діяльність із концептуальних положень проблематики посилення енергетичної безпеки, поліпшення екологічного стану навколишнього середовища та ключових засад виробництва та споживання альтернативних палив здійснена багатьма вітчизняними та іноземними дослідниками, серед яких: Я. Блюм, О. Боднар, Ж. Гарбар, Г. Гелетуха, І. Гончарук, М. Гументик, А. Дейна, Т. Ємчик, Н. Здирко, К. Зулауф, Т. Железна, Г. Калетнік, А. Калініченко, І. Кириленко, М. Ковалко, М. Кулик, В. Курило, С. Лутковська, В. Месель-Веселяк, С. Мочерний, Б. Панасюк, М. Роїк, П. Саблук, В. Сінченко, М. Талавирия, Д. Токарчук, М. Хвесик, О. Ходаківська, О. Шпикуляк, О. Шпичак та інші. Незважаючи на вагомий внесок науковців у дослідженні фундаментальних засад розвитку альтернативної енергетики, у зв'язку з недостатньо сформованою методичною базою з визначення перспективних до освоєння в Україні видів альтернативного моторного палива й інноваційних технологій його виробництва розвиток альтернативних аналогів моторного палива в Україні залишається на доволі низькому рівні та значно відстає від попиту та викликів сьогодення.

Мета роботи – розробка методичного підходу до послідовного та раціонального вибору перспективних до освоєння в Україні видів альтернативного моторного палива й інноваційних технологій його виробництва та системи техніко-економічних показників комплексу з виробництва синтетичного моторного палива з низькосортної сировини.

Освоєнню інноваційних технологій виробництва будь якого продукту передують вибір з множини альтернатив для визначення найбільш відповідної конкретним умовам застосування. Проблема вибору для новітніх («молодих») продуктів і технологій зазвичай полягає у відсутності певного методичного забезпечення в їх широкій видовій варіативності.

Сьогодні не є виключенням і проблема вибору доцільних до освоєння в Україні альтернативних видів моторного палива та технологій їх виробництва, вибору яких і присвячено дану статтю.

Проблема вибору в умовах обмеженості ресурсів є основною категорією економічної теорії. Основу економічної теорії складають три типи тверджень: твердження про цілі; твердження про обмеження, що накладаються на можливості; твердження про варіанти вибору.

У загальному значенні економічна теорія передбачає, що ціль є те, чого людина прагне досягнути, можливості обмежуються наявними ресурсами, а найбільш імовірний вибір буде визначатися певними цілями й обмеженнями, що накладаються на можливості.

Економічна теорія також передбачає, що вказані три типи тверджень повинні утворювати узгоджене ціле, яке має бути побудовано з припущення, що люди вибирають найкращий шлях до досягнення своїх цілей, виходячи з обмежень, з якими вони стикаються, тобто люди поведуться раціонально [1].

Зважаючи на основні положення (вимоги) економічної теорії, визначимо вихідні умови вибору із сукупності видів моторного палива, найбільш перспективних до використання та виробництва в Україні.

Ціль – це вибір альтернативного моторного палива (МП), споживчі властивості якого максимально відповідають технічним вимогам національного моторного парку, у виробництві якого забезпечуються оптимальне співвідношення ефективності енергоперетворення та витрат, сировинне забезпечення виробництва якого забезпечується за рахунок національної ресурсної бази.

Обмеження та можливості – це споживчі властивості МП, наявність і перспективи освоєння технологій виробництва МП, структура та достатність наявної ресурсної (сировинної) бази.

З огляду на вищевикладене, процедура вибору перспективних до використання та виробництва в Україні моторних палив повинна ґрунтуватися на попередній оцінці:

- ✦ споживчих властивостей певних видів моторного палива відповідно до вимог наявного моторного парку (ціль);
- ✦ ефективності технологій виробництва моторного палива (можливості);
- ✦ достатності ресурсного забезпечення виробництва моторного палива (обмеження).

Таким чином, для проведення раціонального вибору перспективних до виробництва та використання в Україні видів моторного палива пропонується методичний підхід, наведений на *рис. 1*.

У цілях забезпечення кількісної оцінки споживчих властивостей певних видів моторного палива, ефективності технологій виробництва, достатності ресурсної бази було відібрано 12 сучасних промислово освоєних технологій представників виробництва різних видів моторного палива з різних видів первинних паливно-енергетичних ресурсів (традиційних і альтернативних).

Характеристику основних видів і технологій виготовлення моторного палива за основними технологічними ознаками наведено в *табл. 1* і *табл. 2*.

Наведене в *табл. 1* шифрування (нумерація) технологій далі по тексту використовуються без додаткових посилань.

Основні техніко-економічні характеристики виробництва моторного палива з різних видів сировини в різні способи її переробки наведено в *табл. 3*.

Споживчими властивостями моторних палив, за оцінкою яких проводився вибір перспективних МП, служили енергетична ефективність (питома теплота згоряння) та широта сфери застосування певного виду палива. Вихідною інформацією для цієї оцінки були дані, наведені в *табл. 4*.

Сфера застосування певних видів палива визначалася для сучасного складу моторного парку України. Сферу застосування традиційного пального та його синтетичних аналогів визначено у 100%, оскільки весь наявний моторний парк країни призначено для застосування цього палива. Сферу застосування скраплених вуглеводневих газів визначено у 14,9%, тобто часткою споживання даного пального адап-



Рис. 1. Методичний підхід до вибору перспективних видів альтернативного моторного палива

Джерело: авторська розробка.

Характеристика готових продуктів і основних ознак технологій виготовлення моторного палива

Готовий продукт і його основні ознаки	Характеристика технології
Нафта і газовий конденсат	
1. Бензин і дизельне паливо з нафти	Атмосферно-вакуумна ректифікація в комбінації з каталітичними процесами вторинної переробки.
Природний і попутний нафтовий газ	
2. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	Використання процесу Фішера – Тропша для отримання синтетичної нафти, з якої потім за допомогою ректифікації отримуються моторні палива.
3. Бензин непрямого зрідження через синтез і дегідратацію метанолу	Конверсія метанолу в бензин за технологією Exxon Mobil. Процес дегідратації, у результаті чого утворюється суміш диметилового ефіру та метанолу. Ця суміш подається в реактор, у якому на спеціальному каталізаторі утворюються олефіни, які олігомерізуються в бензин
4. Скраплені вуглеводневі гази	Очищення природного газу виділенням з нього рідких фракцій (пропан-бутан, конденсат). Переробка природного газу поширена на газових заводах СНГ і полягає у використанні процесів адсорбції та десорбції природного газу для відділення пропан-бутанів і конденсату. За кордоном для виділення з природного газу пропан-бутанів і конденсату зазвичай використовують способи переробки низькотемпературним фракціонуванням і сепарацію (технології Natural Gas Liquids)
5. Метанол	Синтез метанолу в реакторі з трубчастим охолодженням з каталізатором у псевдозрідженому шарі
6. Диметилловий ефір	Синтез диметилового ефіру дегідратацією метанолу
Вугілля	
7. Бензин і дизельне паливо прямого зрідження	Двостадійна гідрогенізація з використанням двох реакторів, у яких відбувається зрідження насиченої воднем вугільної суміші та залишків речовин від попереднього циклу роботи. Кожен з реакторів має особливі параметри температури, тиску та складу каталізаторів
8. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	Прямотокова киснева газифікація (процес GE Energy coal gasification entrained flow, refractory-lined), використання процесу Фішера – Тропша для отримання синтетичної нафти, з якої потім за допомогою ректифікації виділяються моторні палива
9. Метанол	Газифікація вугілля в газифікаторах з киплячим шаром (процеси Lurgi Winkler), синтез метанолу
10. Диметилловий ефір	Газифікація вугілля в газифікаторах з киплячим шаром (процеси Lurgi Winkler), синтез метанолу, дегідратація метанолу.
Біологічна сировина	
11. Біодизель	Процес біодизель (biodiesel or FAME route) заснований на реакції олії та метанолу в кількості 13% від обсягу олії за допомогою каталізатора NaOH
12. Етанол	Подрібнення та змішування біомаси з ензимами, зрідження, ферментація, дистиляція етанолу

Джерело: складено за матеріалами [2–18].

тованими до цього двигунами. Сфера застосування пального, яке застосовується як домішки до традиційного палива, а саме, метанолу, диметилового ефіру, біодизелю, етанолу визначалася на рівні рекомендованих європейськими стандартами максимально допустимих норм цих домішок до традиційного палива (або його синтетичних аналогів).

Ідентифікацію перспективних видів МП за критерієм споживчих властивостей проведено на основі матричного методу (рис. 2).

Аналіз матриці, наведеної на рис. 2, показує, що до перспективних видів моторного палива належать ті, що позиціонуються в «Зоні перспектив», тобто квадранті матриці з найвищим ступенем застосування та питомою теплотою згоряння, а саме, види: 1, 2, 3, 7, 8.

Ідентифікація перспективних видів палива за критерієм ефективності енергоперетворення (виробництва МП) проводилася на основі даних, наведених у табл. 5 за допомогою матриці, наведеної на рис. 3.

Ресурсно-продуктова характеристика процесів одержання моторного палива за різними технологіями

Продукти переробки	Первинний паливний ресурс											
	Нафта	Природний газ						Вугілля			Біомаса, що містить	
		Технології переробки сировини										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Технологічні (проміжні) продукти												
1. Синтез-газ		+	+		+	+		+	+	+		
2. Синтетична нафта		+										
3. Метанол			+			+				+		
4. Інші												
Готові продукти (моторне паливо)												
1. Природний газ (товарний)												
2. Скраплені вуглеводневі гази	+			+								
3. Метанол					+				+			
4. Диметилловий ефір						+				+		
5. Бензин	+	+	+				+	+				
6. Дизельне паливо	+	+					+	+				
7. Інші нафтопродукти та їх синтетичні аналоги	+						+	+				
8. Біодизель											+	
9. Етанол												+

Джерело: авторська розробка.

Основні техніко-економічні характеристики виробництва моторного палива з різних видів сировини в різні способи її переробки

Сировина та цільові продукти переробки	Норма виходу моторного палива із сировини, т/т	Ефективність енергоперетворення, коеф.	Норма вартості на виробництво моторного палива, дол. США/т				Джерело інформації
			Капітальні витрати	Сировина	Операційні витрати виробництва	Приведені витрати*	
1	2	3	4	5	6	7	8
Нафта і газовий конденсат							
1. Бензин і дизельне паливо з нафти	0,724	0,74	465,9	232,1	37,2	347,1	[2]
Природний і попутний нафтовий газ							
2. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	0,577	0,65	1211,4	399,8	73,3	675,4	[3]
3. Бензин непрямого зрідження через синтез і дегідратацію метанолу	0,350	0,37	1095,4	361,5	66,3	610,7	[4]
4. Скраплені вуглеводневі гази	1,000	1,000	21,8	230,7	2,3	236,6	[3; 5; 6]

1	2	3	4	5	6	7	8
5. Метанол	0,920	0,58	472,9	250,8	14,5	344,3	[3; 7]
6. Диметиловий ефір	0,638	0,42	713,7	361,8	62,7	543,7	[7; 8]
Вугілля							
7. Бензин і дизельне паливо прямого зрідження	0,341	0,568	1114,1	562,6	233,5	982,2	[9]
8. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	0,316	0,52	1548,6	182,7	64,3	505,6	[10; 11]
9. Метанол	0,510	0,45	1089,9	123,1	201,1	506,2	[12; 13]
10. Диметиловий ефір	0,470	0,59	710,6	331,5	14,4	464,6	[14; 15]
Біологічна сировина							
11. Біодизель	0,84	0,91	932,0	659,8	31,1	846,5	[16]
12. Етанол	0,324	0,58	499,2	391,6	122,1	597,1	[17; 18]

Примітка: * – розраховано як: $B = C + E_n \cdot K$, де B – приведені витрати; C – витрати на виробництво продукції; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності (взято з допущення, що строк покриття вартості капітальних вкладень за рахунок чистого прибутку не повинен перевищувати 6 років, тобто за величиною 0,167); K – капітальні вкладення.

Джерело: складено за матеріалами [2–8].

Таблиця 4

Порівняльна характеристика споживчих властивостей різних видів моторного палива

Сировина та цільові продукти переробки	Сфера застосування, %	Питома теплота згоряння, МДж/кг
Нафта і газовий конденсат		
1. Бензин і дизельне паливо з нафти	100,0	43,5
Природний і попутний нафтовий газ		
2. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	100,0	43,5
3. Бензин непрямого зрідження через синтез і дегідратацію метанолу	100,0	44,2
4. Скраплені вуглеводневі гази*	14,9	46,0
5. Метанол**	5,0	22,7
6. Диметиловий ефір**	10,0	28,8
Вугілля		
7. Бензин і дизельне паливо прямого зрідження	100,0	43,5
8. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	100,0	43,5
9. Метанол**	5,0	22,7
10. Диметиловий ефір**	10,0	28,8
Біологічна сировина		
11. Біодизель**	20,0	40,3
12. Етанол**	20,0	30,0

Примітки:

* – розраховано за питомою вагою споживання даного виду МП у його загальному споживанні в Україні;

** – розраховано за максимально допустимою часткою додавання до традиційного палива (для неадаптованих ДВЗ).

Джерело: складено за матеріалами [2–18].

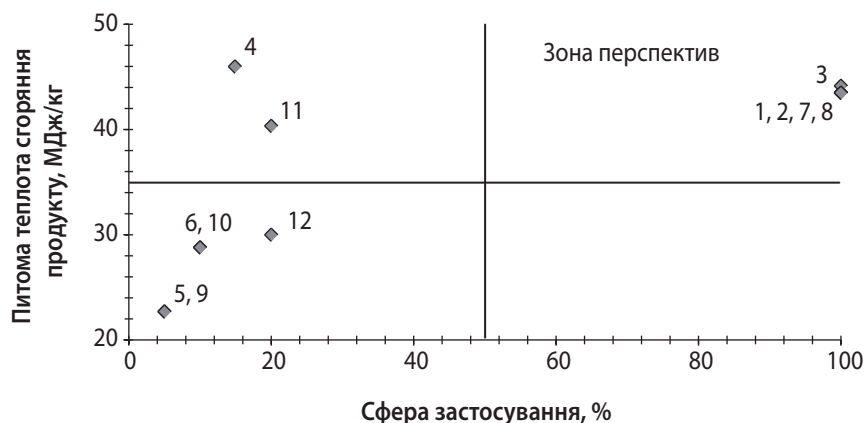


Рис. 2. Матриця сфери застосування і якості моторного палива

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 5

Порівняльна характеристика ефективності енергоперетворення первинних ресурсів у різні види моторного палива

Сировина та цільові продукти переробки	Ефективність енергоперетворення, коеф.	Приведені витрати на 1 т продукту, \$
Нафта і газовий конденсат		
1. Бензин і дизельне паливо з нафти	0,74	347,1
Природний і попутний нафтовий газ		
2. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	0,65	675,4
3. Бензин непрямого зрідження через синтез і дегідратацію метанолу	0,37	610,7
4. Скраплені вуглеводневі газ	1,00	236,6
5. Метанол	0,58	344,3
6. Диметилловий ефір	0,42	543,7
Вугілля		
7. Бензин і дизельне паливо прямого зрідження	0,57	982,2
8. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	0,52	505,6
9. Метанол	0,45	506,2
10. Диметилловий ефір	0,59	464,6
Біологічна сировина		
11. Біодизель	0,91	846,5
12. Етанол	0,58	597,1

Джерело: авторська розробка.

Наведені дані свідчать що в «Зоні перспектив» матриці позиціонувалися перший і четвертий види палива. Однак дані види МП – це традиційне нафтове і скраплений газ, використання якого в Україні вже сьогодні досягло майже 15% від загального використання МП, а тому вони не можуть бути ідентифіковані як перспективні. Тому до перспективних видів МП, крім нафтового (1) і скрапленого газу (4), необхідно віднести види МП, що увійшли до сусіднього квадранта (з меншим ступенем енергоперетворення) і таким самим рівнем вартості виробництва. Це види 5, 6, 8, 9, 10.

Ідентифікація перспективних видів палива за критерієм ресурсозабезпечення проведена на основі даних, наведених у табл. 6.

Рівень ресурсозабезпечення виробництва різних видів МП визначався за показниками балансових запасів викопних первинних паливних ресурсів (вимірюного у роках), придатних для їх виробництва, і величиною вилучення цих запасів. Потенціал відновлюваних ресурсів, необхідних для виробництва біодизелю (11) та етанолу (12) визначався як невичерпний (для оцінки визначений на рівні 3000 років), а частка його вилучення – як відношення площі ріллі,

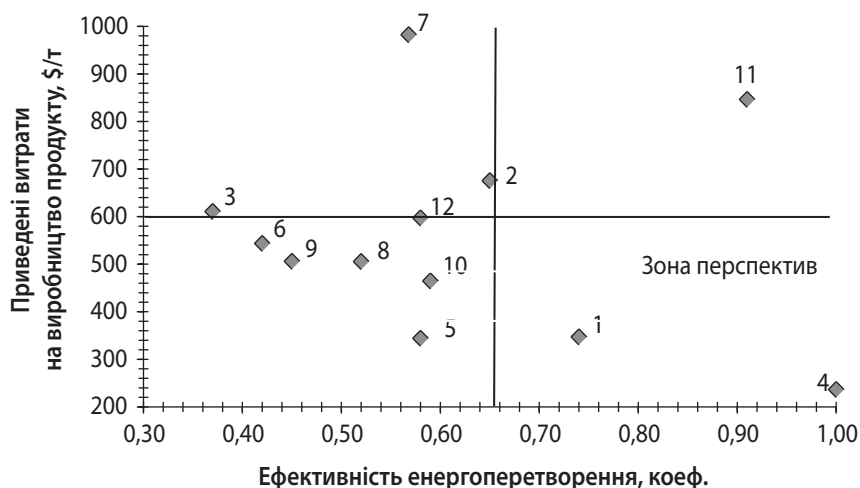


Рис. 3. Матриця ефективності виробництва моторного палива

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 6

Порівняльна характеристика ресурсозабезпечення виробництва різних видів моторного палива

Сировина та цільові продукти переробки	Річна норма вилучення первинного ресурсу, %	Балансові запаси викопного палива, роки
Нафта і газовий конденсат		
1. Бензин і дизельне паливо з нафти	5,840	17
Природний і попутний нафтовий газ		
2. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	1,914	52
3. Бензин непрямого зрідження через синтез і дегідратацію метанолу	3,155	32
4. Скраплені вуглеводневі газ	1,104	91
5. Метанол	1,200	83
6. Диметилловий ефір	1,731	58
Вугілля		
7. Бензин і дизельне паливо прямого зрідження	0,051	1972
8. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	0,055	1827
9. Метанол	0,034	2949
10. Диметилловий ефір	0,037	2718
Біологічна сировина		
11. Біодизель	28,413	не обмежено
12. Етанол	10,347	не обмежено

Джерело: авторська розробка.

необхідної для вирощування енергетичної сировини, до загальної площі ріллі в країні.

Ідентифікація перспективних видів МП проводилася послідовно на основі даних матриць, наведених на рис. 4, рис. 5. Використання такого підходу визначається неможливістю зіставлення діапазонів величин наявного потенціалу різних видів ППЕР.

Дані матриць, наведених на рис. 4 і рис. 5, свідчать, що за критерієм ресурсозабезпечення до перспективних видів необхідно віднести МП, що виготовляється з вугільної сировини: 7, 8, 9, 10.

Більш висока диференціація при визначенні перспективних видів МП недоцільна, оскільки відхилення між мінімальною та максимальною річною нормою вилучення запасів на виробництво МП не перевищує 0,02 процентних пункти.

Вибір перспективних видів МП проводився за ступенем відповідності всім критеріям оцінки перспектив, проведеною за допомогою вищенаведених матриць (табл. 7).

Дані табл. 7 свідчать, що абсолютна відповідність критеріям вибору спостерігається тільки за од-

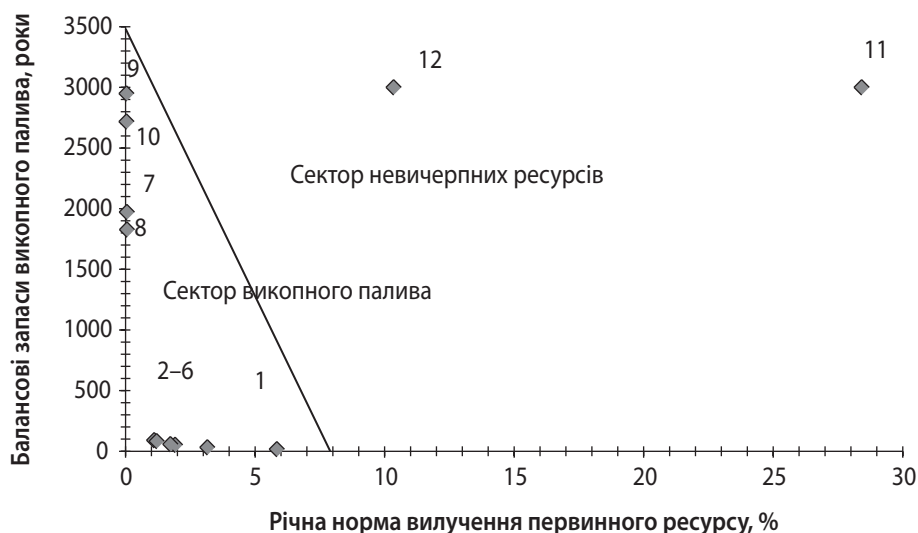


Рис. 4. Матриця стану загальної сировинної бази виробництва моторного палива

Джерело: авторська розробка.

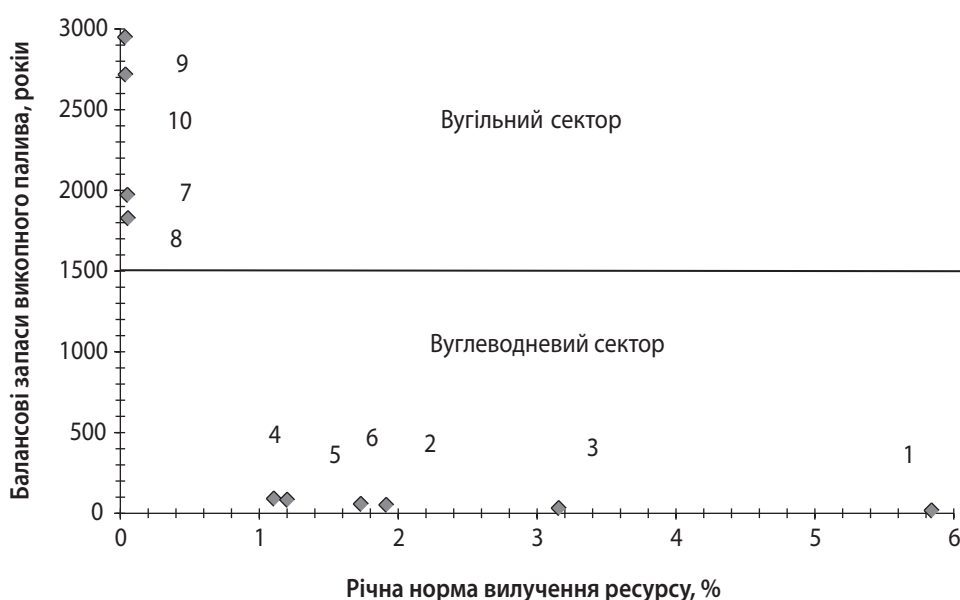


Рис. 5. Матриця стану мінеральної сировинної бази виробництва моторного палива

Джерело: авторська розробка.

ним видом МП – бензином і дизельним паливом непрямого зрідження вугілля (п. 8). Відповідність двом критеріям вибору спостерігається за чотирма видами палива – традиційним нафтовим (п. 1), бензином і дизельним паливом прямого зрідження вугілля (п. 7), метанолом з вугілля (п. 9), диметилловим ефіром з вугілля (п. 10).

Результати проведеного вибору свідчать про доцільність розвитку в Україні галузі синтетичного моторного палива на основі застосування способу непрямого зрідження вугілля (за методом Фішера – Тропша).

Доцільність освоєння в Україні виробництва синтетичного МП проведено на основі аналізу техні-

ко-економічних показників промислового комплексу з його виробництва, наведених у табл. 8.

Наведені в табл. 8 показники свідчать, що мінімальний обсяг виробництва синтетичного МП у країні має складати не менше 5800 тис. т, або 80% від загального попиту (на рівні 2016 р.).

Зазначений обсяг виробництва синтетичного МП визначений з урахуванням повного заміщення імпорту готових нафтопродуктів, що дозволить вирішити проблему зовнішньої нафтової залежності країни.

Про економічну доцільність створення в країні галузі синтетичного моторного палива свідчать економічні показники національного комплексу з його виробництва. Так, приріст річного обсягу про-

Вибір перспективних видів моторного палива

Сировина та цільові продукти переробки	Відповідність критеріям		
	якості та сфери застосування	ефективності енергоперетворення	ресурсо-забезпечення
Нафта і газовий конденсат	+	+	
1. Бензин і дизельне паливо з нафти	+		
Природний і попутний нафтовий газ	+		
2. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження			
3. Бензин непрямого зрідження через синтез і дегідратацію метанолу			
4. Скраплені вуглеводневі гази		+	
5. Метанол		+	
6. Диметиловий ефір		+	
Вугілля			
7. Бензин і дизельне паливо прямого зрідження	+		+
8. Бензин і дизельне паливо непрямого зрідження	+	+	+
9. Метанол		+	+
10. Диметиловий ефір		+	+
Біологічна сировина			
11. Біодизель			
12. Етанол			

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 8

Техніко-економічні показники промислового комплексу з виробництва моторного палива за умови освоєння в Україні виробництва його синтетичних аналогів у непрямий спосіб зрідження вугілля

Показник	Величина
1. Очікуваний попит на моторне паливо, тис. т	7200
2. Обсяг перероблення нафтової сировини, тис. т	2400
3. Обсяг виробництва моторного палива з нафтової сировини, тис. т	1400
4. Обсяг перероблення вугільної сировини, тис. т	18350
5. Обсяг виробництва моторного палива з вугільної сировини, тис. т	5800
6. Оптова ціна моторного палива*, дол. США/т	440,71
7. Обсяг виробництва моторного палива з вугільної сировини, млн дол. США	2556,1
8. Норма витрат на виробництво моторного палива з вугільної сировини, дол. США/т	247,0
9. Витрати на виробництво моторного палива з вугільної сировини, усього, млн дол. США у т. ч.: основна сировина	1432,6 1059,7
амортизація основних засобів	449,1
10. Загальний прибуток комплексу з виробництва моторного палива з вугільної сировини, млн дол. США	1123,5
11. Рентабельність виробництва моторного палива з вугільної сировини, %	78,4
12. Норма інвестицій на виробництво моторного палива з вугільної сировини, дол. США/т	1548,6
13. Інвестиції в комплекс з виробництва моторного палива з вугільної сировини, млн дол. США	8981,9
14. Термін окупності інвестицій, років	5,7

Примітка: * – взято за середніми цінами імпорту нафтопродуктів у 2016 р. [19].

Джерело: авторська розробка.

мислової продукції по країні за рахунок виробництва синтетичного МП складе біля 2,6 млрд дол. США при рентабельності 78,4%.

Для створення нової промислової галузі в країні необхідно буде мобілізувати біля 9 млрд дол. США інвестицій, термін окупності яких складе 5,7 року.

ВИСНОВКИ

Розроблений методичний підхід щодо проведення раціонального вибору перспективних до виробництва та використання в Україні видів моторного палива включає в себе оцінку: споживчих властивостей певних видів моторного палива відповідно до вимог наявного моторного парку (ціль); ефективності технологій виробництва моторного палива (можливості); достатності ресурсного забезпечення виробництва моторного палива (обмеження).

Результати проведеного вибору, згідно з розробленим методичним підходом, свідчать про доцільність розвитку в Україні галузі синтетичного моторного палива на основі застосування способу непрямого зрідження вугілля (за методом Фішера – Тропша).

Проведені розрахунки свідчать про значну величину прибутку комплексу з виробництва моторного палива з вугільної сировини. Даний факт означає наявність перспективи швидкої окупності інвестицій в даний проект.

Створення нової промислової галузі забезпечить не тільки укріплення енергетичної безпеки країни, а й значний соціально-економічний ефект за рахунок створення нових робочих місць і зростання ВВП. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Кэмпбелл К. Р., Брю С. Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика / пер. с 13-го англ. издания. М. : Инфра-М, 1999. 974 с.
2. Hyunsoo Do. Risk Management of Oil Refinery. URL: <https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/26105/DO-THESIS-2014.pdf?sequence=1>
3. Glebova O. Gas to Liquids: Historical Development and Future Prospects / Oxford Institute of Energy Studios. NG 80. 2013. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.450.7536&rep=rep1&type=pdf>
4. Synthetic fuels (Methanol to gasoline) / Exxon Mobil. URL: <https://www.exxonmobilchemical.com/en/catalysts-and-technology-licensing/synthetic-fuels>
5. Fry K. Calculation of Natural Gas Liquid Quantities. URL: http://asgmt.com/wp-content/uploads/2016/02/099_.pdf
6. Staffell I. The Energy and Fuel Data Sheet / University of Birmingham, UK. March 2011. URL: http://www.claverton-energy.com/wordpress/wpcontent/uploads/2012/08/the_energy_and_fuel_data_sheet1.pdf
7. Rahmim I. I. Gas-to-Liquid Technologies: Recent Advances, Economics, Prospects. In: 26th IAEE Annual International Conference Prague. June 2003. URL: <https://www.iaee.org/documents/Prague/p03rahmim.pdf>
8. DME production direct or indirect methods. URL: http://folk.ntnu.no/skoge/diplom/prosjekt09/dme-project/ProcessDesignCourse_DME_Autumn%202009.pdf
9. Обґрунтування основних техніко-економічних характеристик виробництва синтетичного рідкого палива у спосіб прямого зрідження (гідрогенізації) вугілля / НДЦ ІПР НАН України. Харків, 2016.
10. Fischer-Tropsch Liquids Facilities Department of energy / USA National Technical Energy Laboratory. URL: <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/ftsynthesis>
11. Baseline Technical and Economic Assessment of a Commercial Scale Fischer-Tropsch Liquids Facility. DOE/NETL-2007/1260. Final Report. April 9, 2007. URL: <https://www.netl.doe.gov/sites/default/files/netl-file/Baseline-Technical-and-Economic-Assessment-of-a-Commercial.pdf>
12. Eastland D. H. Methanol from Coal / Eastland Davy Powergas Inc. Houston, Texas. URL: https://docshare.tips/203chicago08-750191_58951904b6d87f3aa68b4dd5.html
13. Reed T. B. Efficiencies of methanol production from gas, coal, waste or wood. In: Conference of the division of fuel chemistry, of the American Chemical Society, New York, NY, USA, 5 Apr 1976. URL: <https://www.osti.gov/biblio/7268007-efficiencies-methanol-production-from-gas-coal-waste-wood>
14. Clausen L. R. Design of novel DME/methanol synthesis plants based on gasification of biomass. Kgs. Lyngby, Denmark, 2011. URL: <https://orbit.dtu.dk/en/publications/design-of-novel-dmemethanol-synthesis-plants-based-on-gasificatio>
15. Ballinger S. Purification of fuel grade Dimethyl Ether in a ready-to-assemble plant. URL: https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/20467/2/Ballinger_Sarah_E_2016September_MASc.pdf
16. Nolte M. Commercial Biodiesel Production in South Africa: A Preliminary Economic Feasibility Study : Thesis (MScEng (Process Engineering)). University of Stellenbosch, 2007. URL: <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/1797>
17. Study of Hydrogenation Derived Renewable Diesel as a Renewable Fuel Option in North America. Final Report / Natural Resources Canada. March 30, 2012. URL: https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeefiles/pdf/transportation/alternative-fuels/resources/pdf/HDRD_Final_Report_eng.pdf
18. Biofuel Costs, Technologies and Economics in APEC Economies. URL: <https://www.apec.org/Publications/2010/12/Biofuel-Costs-Technologies-and-Economics-in-APEC-Economies>
19. Украина сократила импорт нефтепродуктов в 2016 году / Корреспондент.net. 06.01.2017. URL: <https://korrespondent.net/business/financial/3797364-ukrayna-sokratyla-ympport-nefteproduktov-v-2016-hodu>

REFERENCES

- "Baseline Technical and Economic Assessment of a Commercial Scale Fischer-Tropsch Liquids Facility". DOE/NETL-2007/1260. *Final Report*. April 9, 2007. <https://www.netl.doe.gov/sites/default/files/netl-file/Baseline-Technical-and-Economic-Assessment-of-a-Commercial.pdf>
- "Biofuel Costs, Technologies and Economics in APEC Economies". <https://www.apec.org/Publications/2010/12/Biofuel-Costs-Technologies-and-Economics-in-APEC-Economies>
- Ballinger, S. "Purification of fuel grade Dimethyl Ether in a ready-to-assemble plant". https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/20467/2/Ballinger_Sarah_E_2016September_MASc.pdf
- Clausen, L. R. "Design of novel DME/methanol synthesis plants based on gasification of biomass". Kgs. Lyngby, Denmark, 2011. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/design-of-novel-dmemethanol-synthesis-plants-based-on-gasificatio>
- "DME production direct or indirect methods". http://folk.ntnu.no/skoge/diplom/prosjekt09/dme-project/ProcessDesignCourse_DME_Autumn%202009.pdf
- Eastland, D. H. "Methanol from Coal". Eastland Davy Powergas Inc. Houston, Texas. https://docshare.tips/203chicago08-750191_58951904b6d87f3aa68b4dd5.html
- "Fischer-Tropsch Liquids Facilities Department of energy". USA National Technical Energy Laboratory. <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifiedia/ftsynthesis>
- Fry, K. "Calculation of Natural Gas Liquid Quantities". http://asgmt.com/wp-content/uploads/2016/02/099_.pdf
- Glebova, O. "Gas to Liquids: Historical Development and Future Prospects". *Oxford Institute of Energy Studies*. NG 80. 2013. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.450.7536&rep=rep1&type=pdf>
- Hyunsoo, Do. "Risk Management of Oil Refinery". <https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/26105/DO-THESIS-2014.pdf?sequence=1>
- Kempbell, K. R., and Briu, S. L. *Ekonomiks: printsipy, problemy i politika* [Economics: Principles, Problems and Politics]. Moscow: Infra-M, 1999.
- Nolte, M. "Commercial Biodiesel Production in South Africa: A Preliminary Economic Feasibility Study : Thesis (MScEng (Process Engineering)". University of Stellenbosch, 2007. <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/1797>
- Obgruntuvannia osnovnykh tekhniko-ekonomichnykh kharakterystyk vyrobnytstva syntetychnoho ridkoho palyva u sposib priamoho zridzhennia (hidrohenizatsii) vuhillia* [Substantiation of the Main Technical and Economic Characteristics of the Production of Synthetic Liquid Fuel in the Method of Direct Liquefaction (Hydrogenation) of Coal]. Kharkiv: NDTs IPR NAN Ukrainy, 2016.
- Rahmim, I. I. "Gas-to-Liquid Technologies: Recent Advances, Economics, Prospects". *26th IAEE Annual International Conference*. Prague. June 2003. <https://www.iaee.org/documents/Prague/p03rahmim.pdf>
- Reed, T. B. "Efficiencies of methanol production from gas, coal, waste or wood". *Conference of the division of fuel chemistry, of the American Chemical Society*, New York, NY, USA, 5 Apr 1976. <https://www.osti.gov/biblio/7268007-efficiencies-methanol-production-from-gas-coal-waste-wood>
- "Study of Hydrogenation Derived Renewable Diesel as a Renewable Fuel Option in North America. Final Report". *Natural Resources Canada*. March 30, 2012. https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeefiles/pdf/transportation/alternative-fuels/resources/pdf/HDRD_Final_Report_eng.pdf
- "Synthetic fuels (Methanol to gasoline)". *Exxon Mobil*. <https://www.exxonmobilchemical.com/en/catalysts-and-technology-licensing/synthetic-fuels>
- Staffell, I. "The Energy and Fuel Data Sheet". University of Birmingham, UK. March 2011. http://www.claverton-energy.com/wordpress/wpcontent/uploads/2012/08/the_energy_and_fuel_data_sheet1.pdf
- "Ukraina sokratila import nefteproduktov v 2016 godu" [Ukraine Reduced Imports of Petroleum Products in 2016]. *Korrespondent.net*. January 06, 2017. <https://korrespondent.net/business/financial/3797364-ukrayna-sokratyla-ympport-nefteproduktov-v-2016-hodu>