

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-191-6-13>

**Volodymyr Shpilievskiy**

*Candidate of Sciences (Economics),  
Head of Department of Industrial Policy and Energy Security  
Research Centre of Industrial Problems of Development  
of National Academy of Sciences of Ukraine*

**Dmytro Kostenko**

*Candidate of Sciences (Economics), Research Associate of the  
Department of Industrial Policy and Energy Security,  
Research Centre of Industrial Problems of Development  
of National Academy of Sciences of Ukraine*

**Oleksii Shpilievskiy**

*Junior Researcher of the Department of Industrial Policy  
and Energy Security,  
Research Centre of Industrial Problems of Development  
of National Academy of Sciences of Ukraine*

## **SUBSTANTIATION OF INNOVATIVE DIRECTIONS OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL TRANSFORMATIONS IN THE FUEL SECTOR OF UKRAINE**

### ***Summary***

*Structural irrationality of the energy sector is often determined by the lack of state incentives for its development, including due to the imperfection of the vision of directions and theoretical and methodological support for intensifying the use of existing fuel potential, identifying innovative areas of structural and technological development of the fuel industry of the country, which was the purpose of this work. The main task of this work was to determine the directions of structural and technological development of the fuel industry based on modeling the energy cycle of fossil fuels. A comparative analysis of complete (global) and current (Ukrainian) structural models of the fossil fuel energy cycle is conducted. The irrationality of the fossil fuel energy cycle in Ukraine is revealed, which consists in the mismatch of the structures of the existing energy potential and fossil fuel use, the lack of new energy production processes and energy sources from unconventional fuels in the domestic energy*

*sector. Theoretical and methodological provisions of structural modeling of the fossil fuel energy cycle in the country are substantiated. A structural-parametric model was developed and an analysis of the energy cycle of fossil fuels in Ukraine was conducted. The directions of structural transformations in the fuel industry of the country aimed at increasing the level of energy self-sufficiency of the national economy on the basis of a promising energy cycle of fossil fuels are identified.*

## **Вступ**

Сучасні трансформаційні та інтеграційні процеси визначають суттєві зміни світової системи енергорозподілення, зовнішнім проявом яких є стійка тенденція погіршення кон'юнктури міжнародного енергетичного ринку, що характеризується послідовним зростанням світових цін на паливно-енергетичні ресурси за стійкої тенденції зростання попиту на них. Дана тенденція суттєво ускладнює розвиток національних економік і поліпшення добробуту населення енергетично залежних країн, до яких сьогодні слід віднести й Україну. Визначальним у цій ситуації є те, що зовнішня енергетична залежність значної кількості країн визначається не стільки недостатністю їхнього енергетичного потенціалу для задоволення національних енергетичних потреб, скільки структурною нераціональністю сфери енергокористування. Внутрішніми причинами, що визначають цю нераціональність, є тяжіння сфери енергокористування до домінуючого споживання дефіцитних паливно-енергетичних ресурсів за недостатнього обсягу їх вітчизняного виробництва.

Одним зі шляхів послаблення зовнішньої залежності України в паливно-енергетичних ресурсах може стати структурна модернізація національного паливного сектору, спрямована на забезпечення енергетичної самодостатності національної економіки за рахунок інтенсифікації використання власних надлишкових джерел енергетичних ресурсів і зменшення імпорту дефіцитних енергетичних ресурсів.

Структурна нераціональність сфери енергокористування часто визначається недостатністю державного стимулювання її розвитку, у т. ч. через недосконалість бачення напрямів та теоретико-методичного забезпечення інтенсифікації використання наявного паливного потенціалу, визначення інноваційних напрямів структурного та технологічного розвитку паливної промисловості країни, що і стало метою даної роботи. У дослідженні визначено напрями структурно-технологічного розвитку паливної промисловості на основі моделювання енергетичного циклу викопних палив, розроблено структурно-параметричну модель та проведено аналіз енергетичного циклу викопного палива в Україні, визначено напрями структурних перетворень у паливній промисловості країни, спрямованих на підвищення рівня енергетичної самозабезпеченості національної економіки на основі перспективного енергетичного циклу викопних палив.

## **Розділ 1. Визначення напрямів структурно-технологічного розвитку паливної промисловості на основі моделювання енергетичного циклу органічного палива**

Модель енергетичного циклу органічного палива у даній роботі є представленням реальної сфери енергокористування країни як саме сукупності виробництва, перетворення, транспортування і використання енергетичних ресурсів без урахування її впливу на природний кругообіг речовини.

В основу методичного підходу до моделювання енергетичного циклу органічного палива покладено теоретичні засади теорії ресурсних циклів [1–4].

Цикл (обіг) органічного палива в країні являє собою ланцюг виробничих процесів, пов'язаних із пошуковими роботами, розвідкою, видобуванням, перетворенням, зберіганням, транспортуванням, розподілом і споживанням різних видів палива і переробкою та видаленням відходів, а також зупинкою, припиненням або закриттям цих видів діяльності з метою зниження до мінімуму шкідливого впливу на навколишнє середовище [5].

Моделювання енергетичного циклу органічного палива в країні проводилося у такій послідовності:

- складання повної структурної моделі енергетичного циклу органічного палива;
- складання фактичної структурної моделі енергетичного циклу органічного палива в Україні;
- оцінка ступеню раціональності фактичного і повного циклів органічного палива в Україні.

Зважаючи на те, що проблема підвищення ефективності користування паливом в країні поєднує висуває завдання з удосконалення природо-користування, підвищення технологічного рівня сфери перетворення первинного палива й економічної ефективності елементів усього ланцюга паливного циклу, в основу принципів його формування покладено основні принципи економічної теорії (економікс) і природничо-наукової парадигми. Вибір конкретних принципів формування енергетичного циклу органічного палива проводився за критерієм найбільшої відповідності завданням даного дослідження через процедуру порівняння відповідних за сутністю принципів двох вищезгаданих теорій. Результати відбору принципів наведено в табл. 1.

Так, із принципів обмеженості економічних ресурсів і опори на емпіричні факти для системи принципів дослідження було вибрано перший як більш відповідний, тому що обсяги постачання (виробництва) органічного палива хоча і характеризуються емпіричними даними, але їх величини визначаються фактом наявності, тобто обмеженості даних ресурсів.

Із принципів раціональності діяльності і раціональності було вибрано останній, тому що цю частину дослідження присвячено проблемі підвищення раціональності структури енергетичного паливного циклу, а не заходам із його формування.

Із принципів альтернативності вибору і продукції вибрано перший, оскільки він більше відповідає реальності енергетичної сфери, для якої характерна широка варіативність видів палива, енергоносіїв і технологій їх виробництва та використання.

Із принципів прирощення граничних величин та ідеалізації вибрано останній, використання якого дає змогу забезпечити більш високий рівень узагальнення даних.

Із принципів рівноважного аналізу і простоти вибрано обоє. Перший – як спроможний використати балансовий метод. Другий – як спроможний забезпечити простий спосіб виявлення протиріч і не маючий аналогів у системі принципів «економікс».

Принцип природно-наукової парадигми та незалежної перевірки на даному етапі дослідження не використовувався, а тому не був включений до системи.

Таблиця 1

**Вибір принципів дослідження енергетичного циклу органічного палива**

<b>Принципи економічної теорії (економікс)</b>	<b>Принципи природничо-наукової парадигми</b>	<b>Принципи дослідження</b>
1. Принцип обмеженості економічних ресурсів	1. Принцип опори на емпіричні факти	1. Принцип обмеженості ресурсів
2. Принцип раціональності діяльності	2. Принцип раціональності	2. Принцип раціональності
3. Принцип альтернативності вибору	3. Принцип редукції	3. Принцип альтернативності вибору
4. Принцип прирощення граничних величин	4. Принцип ідеалізації	4. Принцип ідеалізації
5. Принцип рівноважного аналізу	5. Принцип простоти	5. Принцип рівноважного аналізу
	6. Принцип незалежної перевірки	6. Принцип простоти

*Джерело: авторська розробка*

Дослідження циклу органічного палива в країні проводилося на основі результатів структурно-параметричного моделювання його ресурсно-продуктових потоків, виміряних у єдиних енергетичних одиницях (т н.е.).

Повну структурну модель енергетичного циклу органічного палива побудовано на основі результатів аналізу технологічної структури світового паливного сектору як еталон для оцінки раціональності різних варіантів циклів, що моделюються (рис. 1).

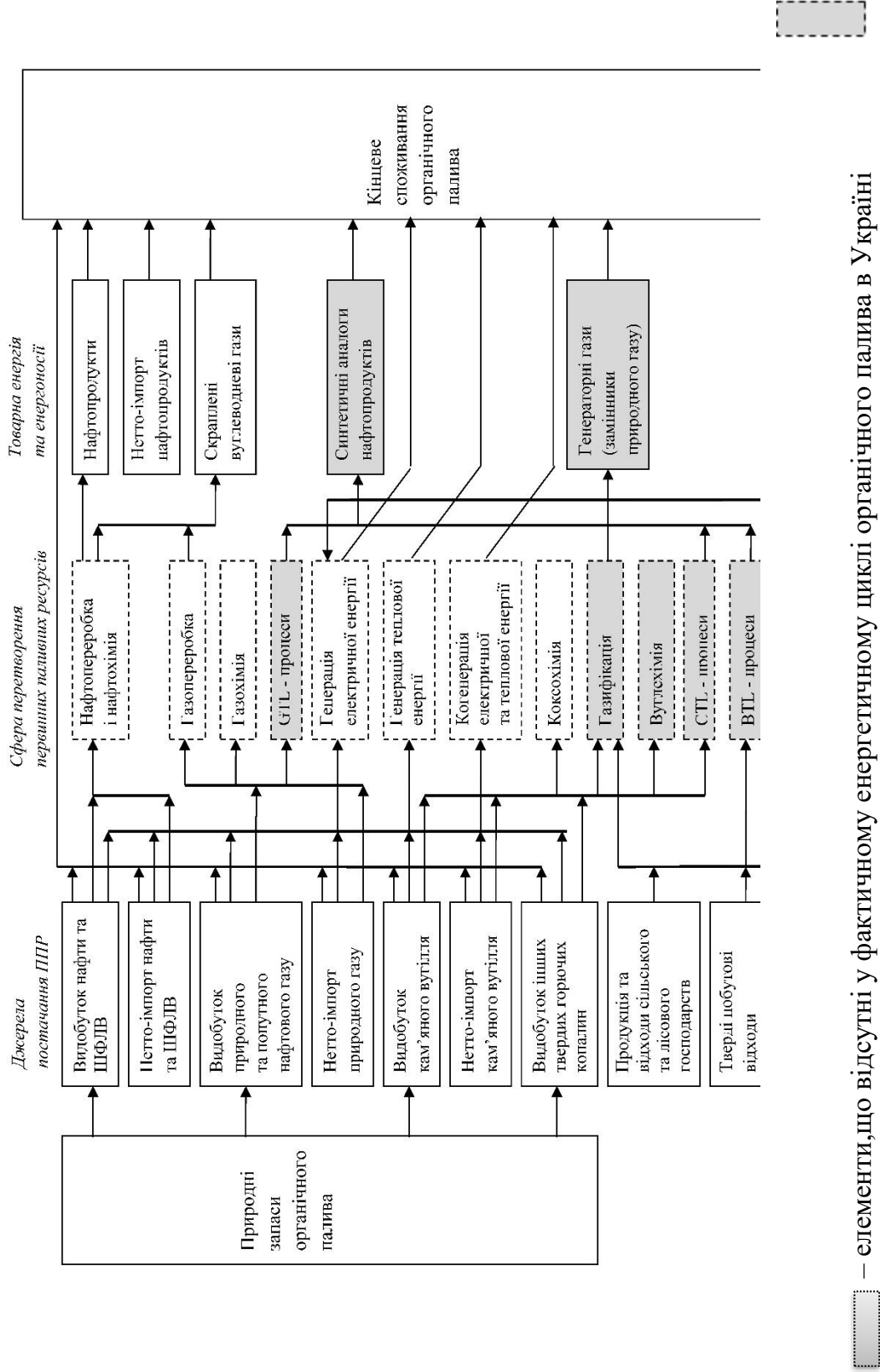
Дана структурна модель є агрегатною, охоплює весь ланцюг постачання і перетворень фізико-хімічного стану палива – від природного до готового до використання.

Наведенні на рис. 1 дані свідчать, що у складі енергетичного циклу органічного палива України повна структурна модель енергетичного циклу включає ще такі процеси енергоперетворення, як конверсія природного газу в рідке паливо (GTL), твердого палива в горючі гази (газифікація), твердого палива в хімічні продукти (вуглехімія), твердого палива в рідке паливо (CTL), біомаси в рідке паливо (BTL), біомаси в електроенергію (BTE).

Як показує світовий досвід виробництва синтетичного рідкого палива з природного газу (GTL-процеси), дане виробництво доцільне в країнах, що мають суттєвий надлишковий видобуток природного газу і його геологічні запаси. Яскравим прикладом однієї з таких країн є Катар – світовий лідер із виробництва синтетичних аналогів нафти і нафтопродуктів. В Україні, навпаки, спостерігається дефіцит видобутку природного газу, що визначає недоцільність промислового застосування в ній GTL-процесів.

Газифікація твердих вуглецевовмістних речовин у сучасній енергетиці не має суттєвого значення. Так, виробництво і використання генераторного газу (синтез-газ) – продукту газифікації має виключно локальний характер. Дане місце синтез-газу в енергетиці визначається, як правило, не обмеженістю сировинної бази, а умовами його постачання і споживання. Вимоги до транспортування синтез-газу зумовлюють необхідність створення спеціальної інфраструктури – спеціальних трубопроводів із робочим тиском, що суттєво перевищує тиск у трубопроводах природного газу. Споживання синтез-газу також вимагає застосування спеціальної паливної апаратури. Причиною таких технічних вимог є значно менша, ніж у природного газу, теплотворність синтез-газу. Зважаючи на дані технічні вимоги, виробництво і споживання синтез-газу як заміника природного газу, найближчим часом в Україні буде недоцільним.

Вуглехімія є одним з напрямів неенергетичного використання первинного палива. Відмінністю вуглехімічного виробництва від традиційного хімічного (газохімія) є використання вугілля практично будь-яких марок замість сировинного природного газу. При цьому технологічні схеми цих двох виробництв відрізняються тільки сировинним і стартовим переділами виробництва синтез-газу (у першому випадку риформінг природного газу, у другому – газифікація вугілля). Зважаючи на наявність у країні значних незатребуваних геологічних запасів низькосортного вугілля, доцільне проведення реконструкції газохімічних підприємств у вуглехімічні з метою заміни дефіцитного ресурсу на надлишковий, тобто природного газу на вугілля.



**Рис. 1. Повна структурна модель енергетичного циклу органічного палива**

Джерело: авторська розробка

Виробництво синтетичного рідкого палива з вугілля (CTL-процеси) менш розповсюджено, ніж з природного газу (GTL), але має більш довгу історію розвитку і довело комерційну доцільність свого використання у сучасних умовах, а також у попередні періоди жорсткої нафтової блокади деяких країн. Зважаючи на вказане і наявність у країні значних незатребуваних геологічних запасів низькосортного вугілля, створення у складі національного паливно-енергетичного комплексу сектору CTL є доцільним.

Виробництво синтетичного рідкого палива з біомаси, тобто продукції і відходів сільського і лісового господарств, а також твердих побутових відходів, є відносно новим виробничо-технологічним напрямом, що визначає наявність комерційних ризиків. Однак створення такого широкомасштабного проєкту сьогодні у світі вже розглядається не як комерційно привабливе, а як один із найбільш ефективних природоохоронних заходів і може бути до освоєння в країні.

Параметри структурної базової моделі енергетичного циклу органічного палива в Україні наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Параметри структурної моделі фактичного енергетичного циклу органічного палива в Україні**

Види первинного палива	Постачання (використання) первинного палива,		Перетворення первинного палива				Кінцеве споживання, тис т н.е.
	джерела/напрями використання	величина, тис т н.е.	напрямами використання	величина, тис т н.е.	виробництво/постачання товарних енергоносіїв	величина, тис т н.е.	
1	2	3	4	5	6	7	8
Нафта і газовий конденсат	Виробництво	2817	Нафто-переробка і нафтохімія	3308	Нафта		8
	Нетто-імпорт	123	Власне споживання енергетичним сектором та втрати	-203	Нафтопродукти	3394	3394
	Інше	102	Інше	-70			
	Усього	3043	Усього	3035			
Нафтопродукти	Виробництво		Виробництво електричної та теплової енергії	188	Нафтопродукти	6747	6747
	Нетто-імпорт	7370	Власне споживання енергетичним сектором та втрати	558			

(Закінчення таблиці 2)

1	2	3	4	5	6	7	8
	Інше	276	Інше	1751			
	Усього	7645	Усього	2497			
Природний газ	Виробництво	15022	Виробництво електричної та теплової енергії	10194	Природний газ	20955	20955
	Нетто-імпорт	15720	Власне споживання енергетичним сектором та втрати	1172			
	Інше	2671	Інше	848			
	Усього	33413	Усього	12458			
Кам'яне вугілля	Виробництво	31891	Виробництво електричної та теплової енергії	20788	Кам'яне вугілля	9180	9180
	Нетто-імпорт	5459	Виробництво синтетичного рідкого палива		Синтетичні аналоги нафтопродуктів		
	Інше	-1774	Виробництво коксу	3368			
	Усього	35576	Власне споживання енергетичним сектором та втрати	1730			
			Інше	511			
			Усього	26397			
			Неенергетичне використання				3439
Усього органічного палива		79676		44387		40276	43723

Джерело: складено за [6]

Аналіз структурної моделі і параметрів базового енергетичного циклу органічного палива свідчить про високий рівень зовнішньої енергетичної залежності країни за такими ресурсами, як готові нафтопродукти, природний газ, вугілля. Також суттєвим недоліком базової структурної моделі енергетичного циклу органічного палива є відсутність у його складі CTL-, VTL-, VTL- і VTE-процесів.

Відсутність перелічених енергетичних переділів, які сьогодні знаходять широке промислове застосування в інших країнах світу, суттєво знижує ефективність використання наявного паливного потенціалу країни.

Поряд з указаним у країні нераціонально використовується дефіцитний природний газ, значна частина якого споживається у секторі генерації



тепловій енергії, причому із застосуванням застарілих малоефективних технологій.

Особливо нераціональним є використання в економіці імпортного рідкого палива в умовах значного резерву нафтопереробних потужностей і підвищення доступності світових джерел нафтової сировини.

Усунення структурної недосконалості енергетичного циклу органічного палива країни повинно стати першим кроком його оптимізації, а отже, і розвитку паливного сектору національної економіки. У табл. 3 наведено порівняльний аналіз технологічної структури сфери енергоперетворення паливного комплексу країни за результатами моделювання різних варіантів паливного циклу країни.

Таблиця 3

**Порівняльний аналіз різних варіантів технологічної структури сфери енергоперетворення органічного палива в Україні**

<b>Структурні елементи сфери перетворення паливних ресурсів за варіантами структурного модулювання енергетичного циклу органічного палива:</b>		
<b>повна модель</b>	<b>базова модель</b>	<b>перспективна модель</b>
Нафтопереробка	Нафтопереробка	Нафтопереробка
Нафтохімія	Нафтохімія	Нафтохімія
Газопереробка	Газопереробка	Газопереробка
Газохімія	Газохімія	відсутній
GTL-процеси	відсутній	відсутній
Генерація електричної енергії	Генерація електричної енергії	Генерація електричної енергії
Генерація теплової енергії	Генерація теплової енергії	Генерація теплової енергії
Когенерація електричної і теплової енергії	Когенерація електричної і теплової енергії	Когенерація електричної і теплової енергії
Коксохімія	Коксохімія	Коксохімія
Газифікація	відсутній	Газифікація
Вуглехімія	відсутній	Вуглехімія
CTL-процеси	відсутній	CTL-процеси
VTL-процеси	відсутній	VTL-процеси
VTE-процеси	відсутній	VTE-процеси

*Джерело: власна розробка*

Відображений у табл. 3 варіант перспективної технологічної структури сфери енергоперетворення є вихідною засадою для визначення напрямів структурно-технологічних перетворень в енергетичному циклі органічного палива України і проведення оцінки економічної доцільності їх проведення.

## Розділ 2. Оцінка доцільності структурно-технологічних перетворень у паливному секторі національної економіки

Оцінка доцільності структурно-технологічних перетворень у паливному секторі національної економіки проводилася відповідно до методичного підходу, наведеного на рис. 2.

Ключовою позицією даного методичного підходу є оцінка величини змін в енергетичному балансі країни під час реалізації сценарію розвитку національної енергетичної сфери відповідно до Енергетичної стратегії України на період до 2035 р. [7]. Дані зміни визначалися за кожним складником енергетичного циклу органічного палива країни, які передбачені у перспективі або змінюються за параметрами.



**Рис. 2. Методичний підхід до оцінки економічної доцільності структурно-технологічних перетворень у паливному секторі національної економіки**

*Джерело: власна розробка*

Оцінку достатності задоволення енергетичних потреб країни в ресурсах органічного палива проведено у спосіб порівняння параметрів структурної (ресурсної) моделі перспективного енергетичного циклу та потенціалу органічного палива. За критерій оцінки ресурсної достатності було визначено перевищення величини поточного енергетичного потенціалу за кожним із видів органічного палива над величиною його використання.

Визначення величин необхідного використання ППЕР проводилося на основі параметрів ресурсної моделі перспективного енергетичного циклу органічного палива.

Вихідними даними для оцінки величин змін в енергетичному циклі органічного палива служили: дані енергетичного балансу; структурна модель енергетичного циклу органічного палива за сценарієм розвитку національної енергетичної сфери; нормативи трансформації паливно-енергетичних ресурсів [8].

Нормативи перетворення паливних ресурсів відновлюваних джерел наведено в табл. 4.

Таблиця 4

#### **Нормативи перетворення паливних ресурсів на енергетичні продукти**

<b>Норматив</b>	<b>Величина</b>
1. Енергетичний коефіцієнт перетворення твердого палива на електричну енергію (традиційні ТЕС)	0,35
2. Енергетичний коефіцієнт перетворення нафтової сировини на готові продукти	0,82
3. Енергетичний коефіцієнт перетворення вугільної сировини на синтетичне моторне паливо	0,39
4. Енергетичний коефіцієнт перетворення біомаси та побутових відходів на електричну енергію	0,42

*Джерело: власна розробка*

Оцінку змін в енергетичному балансі України здійснено в такому порядку:

– оцінено зміни за статтями розділу енергоперетворення енергетичного балансу України;

– розраховано нові значення за статтями енергетичного балансу з урахуванням результатів вищезгаданої оцінки.

Очікувані зміни в енергетичному балансі країни визначаються структурними перетвореннями в енергетичному циклі органічного палива, а саме:

– повне заміщення природного газу в генерації теплової енергії на вугілля;

- заміщення 75% імпорту готових нафтопродуктів їх власним виробництвом з імпоротної сировини;
- заміщення 25% імпорту готових нафтопродуктів власним виробництвом з вугілля їх синтетичних аналогів;
- заміщення 36% імпорту вугілля (що достатньо для перекриття діапазону пікових навантажень) на паливо місцевих джерел (біомасу та тверді побутові відходи) за рахунок розвитку локального сектору електроенергетики на основі впровадження інноваційних технологій генерації електричної з попередньою газифікацією енергетичної сировини.

Під час складання прогнозу енергетичного балансу України за умов упровадження в країні перспективного енергетичного циклу органічного палива передбачалося таке:

- величина кінцевого споживання енергії в країні по відношенню до базових умов залишиться незмінною;
- величини змін за статтями розділу постачання первинних паливно-енергетичних ресурсів відповідатимуть змінам за статтями розділу енергоперетворення енергобалансу.

Оцінку змін в енергетичному балансі країни за умов реалізації перспективних структурних перетворень в енергетичному циклі органічного палива України наведено в табл. 5.

Величини коригування базових значень визначалися:

для складників, що доповнюють енергетичний цикл органічного палива країни, на основі вище наведеного методичного підходу;

для традиційних складників енергетичного циклу органічного палива країни – як зменшення величин постачання на величину заміщення його енергією ресурсів альтернативних джерел з урахуванням різниць в енергетичній ефективності різних видів ресурсів і ефективності технологій їх перероблення.

Результати порівняння базового і перспективного енергетичних балансів свідчать, що за незмінності структури кінцевого споживання енергії за статтями розділів постачання і перетворення енергії спостерігаються суттєві зміни. Залучення до енергетичного циклу країни значного обсягу палива відновлюваних джерел для переробки його в електричну енергію і синтетичні аналоги нафтопродуктів зумовлює скорочення виробництва і імпорту дефіцитних ППЕР, а саме вугілля і готових нафтопродуктів. Поряд із цим треба відзначити, що використання в локальній енергетиці менш теплотворної сировини і технологій із меншою глибиною трансформації ресурсів зумовлює збільшення загальної величини постачання ППЕР на 4,3%.

Прогнозний енергетичний баланс став основою розроблення моделей енергетичних потоків циклу органічного палива, а саме: вугілля і торфу, нафти/нафтопродуктів, природного газу, біопалива і відходів, а також генерації електричної і теплової енергії.

Таблиця 5

**Оцінка змін в енергетичному балансі країни за умов реалізації перспективних структурних перетворень в енергетичному циклі органічного палива України, млн т н. е.**

<b>Постачання та споживання</b>	<b>Вугілля й торф</b>	<b>Сира нафта</b>	<b>Нафтопродукти</b>	<b>Природний газ</b>	<b>Вітрова, сонячна енергія</b>	<b>Біопаливо та відходи</b>	<b>Усього</b>
Виробництво	11334					3714	15048
Імпорт		7460	-8117	-9880			-10537
Експорт							
Загальне постачання первинної енергії	11334	7460	-8117	-9880		3714	4511
Електростанції							
Теплоелектроцентралі (ТЕЦ)	-4086			4086			
Теплоцентралі	-5794			5794			
Коксові підприємства (доменні печі)							
Газові підприємства							
Підприємства з виробництва брикетів							
Нафтопереробні підприємства		-7460	6117				-1343
Нафтохімічні підприємства							
Заводи синтетичного рідкого палива	-5168		2000				-3168
Електростанції на біопаливі та відходах	3714					-3714	0
Інші підприємства з перетворення							
Власне споживання енергетичним сектором							
Втрати під час транспортування та розподілення							
Сальдо енергоперетворення	-11334	-7460	8117	9880		-3714	-4511

*Джерело: власна розробка*

Інтегровану ресурсну модель перспективного енергетичного циклу органічного палива складено шляхом узагальнення попередньо розроблених ресурсних моделей енергетичних циклів основних видів

ППЕР та секторів сфери енергоперетворення, а саме: ресурсної моделі перспективного енергетичного циклу твердого палива; ресурсної моделі перспективного енергетичного циклу нафти/нафтопродуктів; ресурсної моделі перспективного енергетичного циклу природного газу; ресурсної моделі перспективного енергетичного циклу біопалива і відходів.

Інтегровану ресурсну модель перспективного енергетичного циклу органічного палива наведено на рис. 3.



**Рис. 3. Ресурсна модель перспективного енергетичного циклу органічного палива**

*Джерело: власна розробка*

Аналіз структурних змін в енергетичному балансі країни і побудованої ресурсної моделі енергетичного циклу органічного палива свідчить, що вони призведуть до зменшення використання таких дефіцитних паливних ресурсів, як готові нафтопродукти та природний газ, за збільшення використання низькосортного вугілля, біомаси і відходів.

У цілому структурні зміни в ресурсному циклі органічного палива призведуть до зростання його використання порівняно з базовим рівнем на 4,5 млн т н.е на рік, або на 4,3%. Зважаючи на даний результат і те, що основною метою даних структурних змін було підвищення енергетичної незалежності, а в цілому й енергетичної безпеки країни, перед дослідженням постає завдання оцінки достатності паливного потенціалу країни для задоволення національних енергетичних потреб і економічної доцільності цих перетворень.

Оцінку достатності потенціалу ресурсів органічного палива для задоволення енергетичних потреб в Україні наведено в табл. 6.

**Оцінка достатності паливного потенціалу країни  
для задоволення національних енергетичних потреб  
за умов реалізації помірному сценарію в Україні**

Вид ресурсу	Енергетичний потенціал, млн т н.е.	Річне використання ресурсу, млн т н.е.	Достатність потенціалу, років
Тверде паливо	33711,09	43,22	780
Нафта	189,28	2,81	67
Природні гази	799,6	15,02	53
Паливо відновлюваних джерел	27,88*	6,11	Без обмеження
Усього	54300**	67,16	568**

\* річний потенціал

\*\* без урахування відновлюваних джерел палива

*Джерело: власна розробка*

Результати вищенаведеної оцінки дають змогу констатувати, що наявний енергетичний потенціал органічного палива здатен повністю забезпечити енергетичні потреби країни в умовах реалізації визначених напрямів розвитку паливного сектору національної економіки.

Економічна доцільність реалізації визначених напрямів у розвитку паливного сектору визначалася за величиною економічного ефекту від структурних перетворень у ресурсному циклі органічного палива країни. Величина економічного ефекту визначалась як зміна вартості постачання первинних паливно-енергетичних ресурсів перспективного паливного циклу по відношенню до фактичної (базової) величини. Економічний ефект визначався як за всією сукупністю структурних змін, так і за кожним видом паливного ресурсу, задіяного в перспективному енергетичному циклі країни.

У даній інтерпретації величина економічного ефекту, за умов використання для визначення параметрів базової і перспективної моделей ресурсного циклу палива єдиних цін, характеризує величину приросту доданої вартості (тобто внутрішнього валового продукту) від реалізації пріоритетних напрямів розвитку національного паливного сектору.

Визначення цін на одну енергетичну одиницю, тобто тонну нафтового еквіваленту, паливного ресурсу проведено у спосіб перерахунку ціни на товарну одиницю даного ресурсу з урахуванням енергетичної щільності (питомої теплоти згорання) цієї товарної одиниці. Для розрахунку використовувалися міжнародні ціни на паливні ресурси на кінець базового року (2014 р). Розрахунок наведено в табл. 7.

Таблиця 7

**Розрахунок міжнародних ціни на енергетичну одиницю  
основних видів паливних ресурсів**

Вид палива	Товарна одиниця	Ціна за товарну одиницю, дол. США	Коефіцієнт перерахунку у енергетичні одиниці, т н.е.	Ціна за енергетичну одиницю, дол. США/ т н.е.
Нафта (марка Brent)	барель	98,95	6,842	677,02
Природний газ (Uk Heren NBP Index)	млн. британських теплових одиниць	8,22	39,680	326,17
Вугілля (Northwest Europe marker price)	тонна	75,38	1,400	105,53
Бензин автомобільний	тонна	1065,47	0,720	767,14
Дизельне паливо	тонна	1012,57	0,850	860,69
Моторне паливо (середнє значення)	тонна	1039,02	0,783	813,91
Біомаса	тонна	32,51	2,463	80,07

*Джерело: власна розробка*

Розрахунок економічного ефекту від реалізації перспективних напрямів розвитку паливного сектору національної економіки наведено в табл. 8.

Таблиця 8

**Розрахунок економічного ефекту від реалізації перспективних напрямів розвитку паливного сектору національної економіки**

Напрями реструктуризації енергетичного балансу (циклу) органічного палива	Величина змін, тис. т.н.е.					Усього
	Вугілля й торф	Сира нафта	Нафтопродукти (як первинний імпортований ресурс)	Природний газ (як первинний імпортований ресурс)	Біопаливо та відходи	
1	2	3	4	5	6	7
Заміщення природного газу в генерації теплової енергії на вугілля	9880			-9880		0
Заміщення імпорту готових нафтопродуктів їх власним виробництвом з імпортованої сировини		7460	-6117			1343



(Закінчення таблиці 8)

1	2	3	4	5	6	7
Заміщення імпорту готових нафтопродуктів власним виробництвом із вугілля їх синтетичних аналогів	5168		-2000			3168
Заміщення імпорту вугілля на паливо місцевих джерел за рахунок розвитку локального сектору електроенергетики	-3714				3714	0
Усього	11334	7460	-8117	-9880	3714	4511
Ціна енергетичної одиниці, дол. США/т н.е.	105,53	677,02	813,91	326,17	80,07	X
Зміна вартості використання паливних ресурсів, усього, млн дол. США						
Усього	1196,1	5050,5	-6607	-3223	297	-3285
у тому числі за напрямками:						
Заміщення природного газу в генерації теплової енергії на вугілля	1042,6	0,0	0,0	-3222,6	0,0	-2180
Заміщення імпорту готових нафтопродуктів їх власним виробництвом з імпортової сировини	0,0	5050,6	-4978,7	0,0	0,0	72
Заміщення імпорту готових нафтопродуктів власним виробництвом з вугілля їх синтетичних аналогів	545,4	0,0	-1627,8	0,0	0,0	-1082
Заміщення імпорту вугілля на паливо місцевих джерел за рахунок розвитку локального сектору електроенергетики	-391,9	0,0	0,0	0,0	297,4	-95

*Джерело: власна розробка*

Зважаючи на викладене вище, можна констатувати, що реалізація структурних перетворень у паливному секторі національної економіки за визначеними пріоритетними напрямками забезпечить:

- суттєве посилення енергетичної безпеки країни;
- зменшення в країні дефіциту паливних ресурсів власного виробництва;
- відновлення вітчизняної нафтопереробної промисловості;
- значну економію валютних коштів від зменшення закупівель первинних паливно-енергетичних ресурсів по імпорту.

Приріст внутрішнього валового продукту від реалізації пріоритетних напрямів розвитку паливного сектору національної економіки, спрямованих на оптимізацію структури паливно-енергетичного циклу країни, становитиме не менше 3,3 млрд дол. США, тобто 2,5% базової величини.

## Висновки

Проведене дослідження дало змогу отримати низку взаємопов'язаних наукових і практичних результатів.

1. Застосування продуктово-технологічного підходу в аналізі тенденцій технологічного розвитку паливного сектору світової енергетичної сфери дало змогу виявити, що основними напрямками його технологічного розвитку є підвищення глибини переробки первинного палива в товарні енергоносії та виробництво дефіцитних енергоносіїв із нетрадиційної сировини.

2. Проведений порівняльний аналіз повної (світової) та фактичної (української) структурних моделей енергетичного циклу органічного палива дав змогу виявити нераціональність енергетичного циклу органічного палива в Україні, яка полягає у невідповідності структур наявного енергетичного потенціалу і використання органічного палива, відсутності у складі портфелю технологій вітчизняного сектору енергоперетворення новітніх процесів із виробництва енергії та енергоносіїв із нетрадиційної паливної сировини.

3. Обґрунтовано теоретично-методичні положення структурного моделювання енергетичного циклу органічного палива в країні. Розроблено структурно-параметричну модель і проведено аналіз енергетичного циклу органічного палива в Україні. Установлено тяжіння національного енергетичного сектору країни до використання дефіцитних паливно-енергетичних ресурсів.

4. Визначено напрями структурних перетворень у паливному секторі країни, спрямованих на підвищення рівня енергетичної самодостатності національної економіки на основі перспективного енергетичного циклу органічного палива.

## Список використаних джерел:

1. Колосовский Н.Н. Теория экономического районирования. Москва : Мысль, 1969. С. 336.
2. Комар И.В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. Москва : Наука, 1975. С. 256.
3. Липенков А.Д., Маляр Н.С., Фарафонов Ю.Я. Иммитационное моделирование ресурсных циклов. URL: <http://dSPACE.susu.ac.ru/bitstream/handle/0001.74/1477/27.pdf?sequence=1>.
4. Шпілевський В.В., Лелюк О.В. Сфера енергокористування та енергетичний цикл України: аналітичний аспект. *Проблеми економіки*. 2011. № 4. С. 44–54.
5. Тексты Договора к Энергетической хартии и связанных с ним документов. URL: <http://www.encharter.org/index.php?id=178&L=1>.
6. Енергетичний баланс України за 2014 рік. *Офіційний вебсайт Державної служби статистики України*. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2015/energ/en\\_bal/Bal\\_2014\\_u.zip\\_final\\_ue.xl](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2015/energ/en_bal/Bal_2014_u.zip_final_ue.xl).
7. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження Кабінету Міністрів

від 18.08.2017 № 605-2017-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80?>

8. Звіт про наукову роботу «Напрями розвитку паливного сектору економіки України з урахуванням вступу до регіональних інтеграційних об'єднань». Етап 1: «Аналіз тенденцій розвитку паливного сектору національної і світової економік». Харків : НДЦ ІПР НАН України. С. 150.

### References:

1. Kolosovskiy N.N. (1969) *Teoriya ekonomicheskogo rayonirovaniya* [Economic regionalization theory]. Moscow: Mysl', p. 336. (in Russian)

2. Komar I.V. (1975) *Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov i resursnye tsikly* [Rational use of natural resources and resource cycles]. Moscow: Nauka, p. 256. (in Russian)

3. Lipenkov A.D., Malyar N.S., Farafonov Yu.Ya. *Immitatsionnoe modelirovanie resursnykh tsiklov* [Simulation modeling of resource cycles]. Available at: <http://dspace.susu.ac.ru/bitstream/handle/0001.74/1477/27.pdf?sequence=1>.

4. Shpilevs'kiy V.V., Leljuk O.V. (2011) Sfera energohokorystuvannya ta energhetychnyj cykl Ukrainy: analitychnyj aspekt [Sphere of energy use and energy cycle of Ukraine: analytical aspect]. *Problemy ekonomiky*, no. 4, pp. 44–54.

5. Teksty Dogovora k Energeticheskoy Khartii i svyazannykh s nim dokumentov [Texts of the Energy Charter Treaty and related documents]. Available at: <http://www.encharter.org/index.php?id=178&L=1>.

6. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Energhetychnyj balans Ukrainy za 2014 rik [Energy balance of Ukraine for 2014]. Available at: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2015/energ/en\\_bal/Bal\\_2014\\_u.zip\\_final\\_ue.xl](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2015/energ/en_bal/Bal_2014_u.zip_final_ue.xl).

7. Rozporjadzhennja Kabinetu Ministriv vid 18.08.2017 no 605-2017-r. Pro skhvalennja Energhetychnoji strateghiji Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, energhoefektyvnistj, konkurentospromozhnistj» [On approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 «Security, energy efficiency, competitiveness»]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80?>

8. Zvit pro naukovu robotu «Naprjamy rozvytku palyvnogho sektoru ekonomiky Ukrainy z urakhuvannjam vstupu do reghionaljnykh integracijnykh ob`jednanj». Etap 1: «Analiz tendencij rozvytku palyvnogho sektoru nacionaljnoji i svitovoji ekonomik» [Report on scientific work «Directions of development of the fuel sector of the economy of Ukraine taking into account the accession to regional integration associations». Stage 1: «Analysis of trends in the fuel sector of national and world economies»]. Kharkiv: RCIPO NAS OF UKRAINE. P. 150.