

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ

MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ENERGY SYSTEM OF THE COUNTRY

УДК 338.262.8

Танцюра Ю.А.

студентка

Національний авіаційний університет

Касьянова Н.В.

д.е.н., професор,

завідувач кафедри

економічної кібернетики

Національний авіаційний університет

У статті розглянуто модель розвитку енергетичної системи України. Розробка системи стратегічного управління енергетичними ресурсами та енергозбереженням в країні, а також недостатня вивченість окремих теоретичних і прикладних аспектів проблеми визначають актуальність досліджуваної тематики.

Ключові слова: система, енергетичний ринок, економіко-математичне моделювання, енергоспоживання, енергоефективність, балансова модель.

В статье рассмотрена модель развития энергетической системы Украины. Разработка системы стратегического управления энергетическими ресурсами и энергосбережением в стране, а также недостаточная

изученность отдельных теоретических и прикладных аспектов проблемы определяют актуальность исследуемой тематике.

Ключевые слова: система, энергетический рынок, экономико-математическое моделирование, энергопотребление, энергоэффективность, балансовая модель.

The article discusses model of the energy system of Ukraine. Development of strategic management of energy resources and energy conservation in the country, as well as insufficient knowledge of certain theoretical and applied aspects of the problem, determine the relevance of the study subjects.

Key words: system, energy market, economic-mathematical modeling, energy consumption, energy efficiency, balance model.

Постановка проблеми. Україна прагне залишатися одним із найбільших в континентальній Європі виробником вуглеводнів та надійним транзитером енергоресурсів (в першу чергу природного газу і нафти), забезпечуючи безпечно та надійне постачання енергоресурсів власним споживачам і споживачам суміжних ринків.

В даний час найбільш широко в Україні використовуються викопні ресурси, які становлять сумарно понад 60% енергетичного балансу країни [1]. Але за останні декілька років внаслідок зміни кон'юнктури ринку та науково-технічного прогресу Україна зіштовхнулася з низькою проблем, які ставлять перед країною нові перешкоди та одночасно відкривають нові можливості для пошуку та впровадження новітніх розробок на всіх етапах виробництва та споживання енергії.

Зростання цін на енергоресурси, старіння та вибуття виробничих потужностей, погіршення якості сировинної бази паливно-енергетичного комплексу – все це є передумовою необхідності підвищення енергоефективності країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вагомий внесок у вирішення проблеми розвитку процесів стратегічного управління енергозбереженням соціально-економічних систем, у тому числі, і на регіональному рівні, внесли такі вчені, як: В.О. Бараннік, М.С. Басс, І.А. Башмаков [2], М.В. Гнідий, С.Ф. Єрмілов, М.М. Кулик [4], В.Е. Лір [5], В.А. Маляренко, Л.Г. Мельник, О.М. Суходоля, А.І. Шевцов, А.І. Шведов та інші. Але питання формування потенціалу енергоефективності країни досі не вирішена.

Постановка завдання. Мета дослідження полягає в розробці моделі формування потенціалу підвищення енергоефективності країни, яка дозволяє за рахунок зниження потреби в перетворенні ресурсів оптимізувати енергетичний баланс

країни та на основі цього сформувані ефективну енергетичну політику держави.

Вклад основного матеріалу дослідження. Важливою складовою сучасної економіки є потужна енергетика, розвиток якої щільно пов'язаний з науково-технічним прогресом. Енергетичні ресурси у поєднанні з машинними системами забезпечують технологічне оновлення виробництва, комунікацій, усіх сфер життєдіяльності суспільства, стаючи домінантою економічного зростання і національної безпеки країни.

Загальний низький рівень енергетичної ефективності в Україні пов'язаний, перш за все, з застарілістю основних фондів та технологій, кризовим станом економіки в цілому та неефективною державної енергетичної політики. За 2007-2016 рр. темпи скорочення ВВП значно випереджали темпи скорочення сумарного енергоспоживання, що спричинило зниження енергетичної ефективності на 17,2 % (рис. 1).

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

1. Економічний розвиток країни у будь-кому з варіантів має позитивну динаміку.

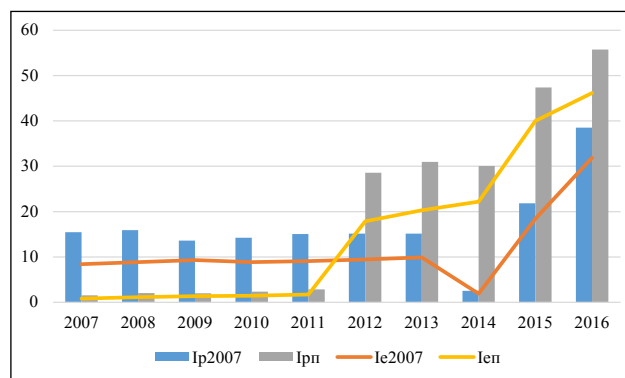


Рис. 1. Індекси душевого енергоспоживання та енергетичної ефективності

2. Енергоспоживання має тенденцію до зменшення, це доводить що нова стратегія розвитку України повинна дати позитивний результат.

3. Енергоефективність країни зростає дуже повільно.

Отже, структура енергоспоживання в Україні неефективна і загрозна для її національної безпеки. А відповідно потребує нових механізмів щодо управління енергоефективністю країни.

Стан енергетичного ринку України можна характеризувати як певними перевагами, так і низкою недоліків.

До переваг можна віднести:

- створення конкурентних ринків газу, електроенергії, теплової енергії, вугілля, нафти та нафтопродуктів;

- формування конкурентоспроможних умов транспортування енергоресурсів територією України, в тому числі, забезпечення функціонування ринків з урахуванням чинника зовнішньої агресії;

- відмова від формування цінової і тарифної політики за принципом «затрати плюс», перехід до стимулюючого регулювання тарифів з подальшим переходом на ринкові механізми;

- сприяння розвитку місцевих енергетичних ініціатив, зокрема малого та середнього підприємництва в енергетичній сфері та енергетичних кооперативів, генерації та постачання електричної та теплової енергії з урахуванням регіональних особливостей;

- розвиток розподіленої генерації;

- прозорий і недискримінаційний механізм формування тарифів і виділення пропускних потужностей для транскордонної торгівлі;

- спрощення процедур організації транзиту за принципом свободи доступу до транзитних потужностей;

- впровадження механізмів прозорості видобутку та використання власних паливних ресурсів за принципами міжнародної ініціативи з забезпечення прозорості видобувних галузей.

До недоліків слід віднести:

- для управління рівнем конкурентоспроможності енерготоварів та послуг потрібен маркетинговий аналіз, який виявляє параметри товарів для задоволення зацікавленості у придбанні, а це додаткові витрати з боку держави і не раціональний перерозподіл матеріальних ресурсів;

- шлях країн Західного світу щодо переходу на ринкові механізми регулювання енергоринку може призвести до нерегульованого ціноутворення;

- сучасна модель енергоринку не гарантує збалансованого розвитку України в зв'язку з високою ресурсомісткістю зазначених сировинно-продуктових вертикалей та їх негативного впливу на навколишнє середовище навіть за умови впровадження сучасних технологій;

- запропонована стратегія закріплює поточну модель споживання, яка спирається на викопні ресурси. Експортно-орієнтовані сировинно-продуктові вертикалі («вугілля – чавун – сталь», «вугілля – електроенергія – сталь», «газ – аміак – добрива») лише підсилюються ігноруванням взятих Україною зобов'язань в рамках Енергетичного співтовариства.

Отже, структура енергоспоживання в Україні неефективна і загрозна для її національної безпеки. А відповідно потребує нових механізмів щодо управління енергоефективністю країни.

Ще у 1993 р. І.А. Башмаков запропонував відображати потенціал підвищення енергоефективності в формі таблиці енергетичного балансу і спосіб оцінки непрямих ефектів подібно до того, як це робиться для міжгалузевого балансу [2]. Фактично розрахунок ґрунтується на використанні алгоритму міжгалузевого балансу Леонт'єва и може бути представлений у вигляді залежності між споживанням кінцевої та первинної енергії:

$$PE = AE * PE + FE, \quad (1)$$

де PE – вектор споживання (виробництва) первинної енергії за видами енергоносіїв,

Таблиця 1

Матриця повних коефіцієнтів витрат енергетики

	Вугілля	Сира нафта	Нафтопродукти	Природний газ	Біо-паливо	Електроенергія	Тепло
Вугілля	1,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,87	0,34
Сира нафта	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Нафтопродукти	0,00	0,00	1,02	0,00	0,00	0,10	0,10
Природний газ	0,02	0,03	0,07	1,02	0,00	2,32	1,04
Біопаливо	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,08	0,05
Електроенергія	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	1,34	0,04
Тепло	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	1,19
Разом	1,07	1,07	1,14	1,03	1,00	4,73	2,75
Разом, з урахуванням витрат на транспортування	1,08	1,07	1,16	1,11	1,00	4,94	2,84

Джерело: складено авторами за [2]

AE – квадратна матриця коефіцієнтів витрат первинного ресурсу i на виробництво та транспортування енергоносія j до кінцевого споживача,

FE – вектор кінцевого споживання енергії (включаючи чистий експорт енергоносіїв).

Кожен коефіцієнт a_{ij} матриці коефіцієнтів витрат первинного ресурсу показує, скільки вугілля, нафтопродуктів, газу, електроенергії та тепла необхідно для забезпечення кінцевого споживача одиницею енергоносія j , скажімо, одиницею вугілля.

Будь-які технологічні зміни в країні призводять до зміни матриці коефіцієнтів витрат первинного ресурсу. Для цього розглянемо матрицю повних коефіцієнтів витрат енергетики $(E-AE)^{-1}$ для України станом на 2016 рік (табл. 1). За результатами аналізу матриці, можна бачити, що коли кінцевий споживач економить 1 тону н.е. нафтопродуктів, то сумарна потреба в енергії у паливно-енергетичному комплексі країни в цілому знижується на 0,14 тону н.е., а з урахування вартості їх транспортування – на 0,16 тону н.е.

Найвищі непрямі ефекти від економії електроенергії та тепла. Коефіцієнти витрат за даними ресурсами традиційно перевищують коефіцієнти щодо виробництва інших видів енергетичних ресурсів – 2,5-3 для електроенергії при ефективності генерації 40%, втрати при транспортуванні 6-7%, 1,25 – для теплової енергії при ефективності виробництва тепла 85% і 5% втрати в мережах. З урахуванням всіх непрямих ефектів виявляється, що при економії кінцевим українським споживачем 1 тону н.е. електроенергії по всьому енергетичному ланцюжку економії складає не 2,5-3 тону н.е., а 4,7 тону н.е. (4,9 тону н.е. з урахуванням витрат на транспортування).

Наявність цих непрямих ефектів є підставою для субсидування діяльності щодо підвищення ефективності використання енергії з боку держави. Облік цього непрямих ефекту є важливим для оцінки економічного потенціалу країни.

Розрахуємо майбутнє споживання (виробництва) первинної енергії за видами енергоно-

сії посилаючись на дані Держкомстату на кінець 2016 року (табл. 2).

Розрахунок ґрунтується на наступній презентації залежності між споживанням кінцевої та первинної енергії:

$$PE = (E-AE)^{-1} * FE. \quad (2)$$

Провівши розрахунок отримуємо, вектор первинного постачання (табл. 3)

Порівнюючи дані (рис. 2), можна зробити висновок, що розрахункові показники дещо, відрізняються в порівнянні зі статистичними даними.

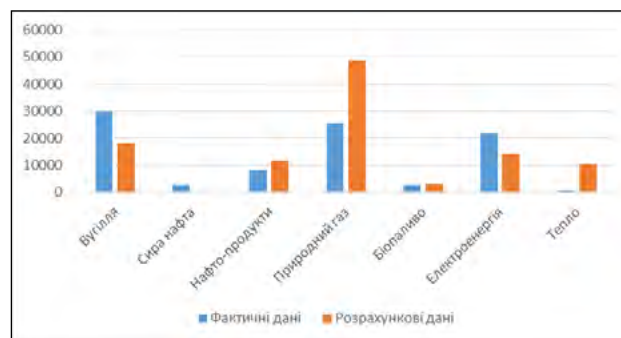


Рис. 2. Порівняння первинного постачання ресурсів

Це пов'язано з тим, що в Україні недостатнє постачання первинного нафтопродукту, але він компенсується за рахунок переробки сирової нафти в нафтопродукт, тепло компенсується за рахунок електроенергії. Загалом для наступного періоду, потрібно зменшити постачання первинної енергії.

Таким чином, технічний потенціал економії первинної енергії ($TEEP$) визначається як сума економії кінцевої енергії та зниження витрат первинної енергії в енергетичному секторі як за рахунок підвищення ефективності технологій перетворення одних видів енергії в інші, так і за рахунок зниження потреби в перетворенні ресурсів:

$$TEEP = \Delta FE + (AE - AE_{nt}) * (PE - \Delta FE), \quad (3)$$

де AE_{nt} – матриця AE з новими технологічними коефіцієнтами (табл. 4-5)

При оцінці потенціалу враховується той факт, що базові значення вектору первинної енергії

Таблиця 2

Енергетичний баланс України за 2016 рік (тисяч тонн нафтового еквіваленту)

	Вугілля	Сира нафта	Нафтопродукти	Природний газ	Біопаливо	Електроенергія	Тепло
Загальне постачання первинної енергії (PE)	29727	2806	8387	25598	2832	21708	599
Кінцеве споживання (FE)	6306	6	9630	15670	1724	10100	8209

Джерело: складено авторами за [3]

Таблиця 3

Вектор первинного постачання енергоресурсів

Вугілля	Сира нафта	Нафтопродукти	Природний газ	Біопаливо	Електроенергія	Тепло
18169,6	88,15	11653,5	48753,16	2942,45	14021,78	10322,67

Джерело: розраховано авторами

Матриця повних коефіцієнтів витрат енергетики з новими коефіцієнтами

	Вугілля	Сира нафта	Нафтопродукти	Природний газ	Біопаливо	Електроенергія	Тепло
Вугілля	1,01	0,01	0,01	0	0	0,96	0,24
Сира нафта	0	1,01	0	0	0	0	0,01
Нафтопродукти	0	0	1,05	0	0	0,06	0,07
Природний газ	0,01	0,03	0,03	1,03	0	2,22	0,89
Біопаливо	0	0	0	0	1	0,01	0,03
Електроенергія	0,01	0,01	0,01	0	0	1,33	0,01
Тепло	0	0	0,02	0	0	0,01	1,1
Разом	1,03	1,06	1,13	1,03	1,00	4,59	2,35
Разом, з урахуванням витрат на транспортування	1,04	1,07	1,21	1,10	1,00	4,76	2,41

Джерело: складено авторами за [2]

Технічний потенціал економії первинної енергії в розрізі галузей використання для прогнозного періоду

Вугілля	Сира нафта	Нафтопродукти	Природний газ	Біопаливо	Електроенергія	Тепло
10124,42	2717,85	-3152,77	-23628,6	233,112	7471,372	-10439

Джерело: розраховано авторами

(за 2016 р.) повинні коректуватися на обсяг скорочення споживання кінцевої енергії (ΔFE). Іншими словами, чим більше, наприклад, економиться електроенергії кінцевими споживачами, тим менше потрібно виробляти електроенергії, тому ефект від модернізації обладнання електростанцій буде дещо меншим, ніж при збереженні вироблення (рис. 3).

Таким чином, зростання економії кінцевої енергії трохи знижує обсяг економії в процесах вироблення і передачі електричної та теплової енергії порівняно з базовими рівнями.

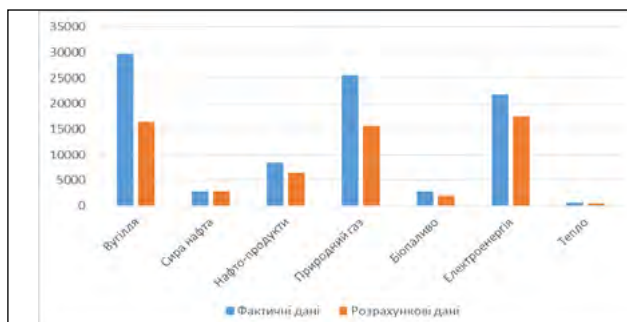


Рис. 3. Технічний потенціал економії первинної енергії в розрізі галузей використання для прогнозного періоду

Висновки. Запропонована модель формування потенціалу підвищення енергоефективності дозволяє розробити у формі таблиці енергетичного балансу залежності між споживанням кінцевої та первинної енергії. Практичне використання моделі дозволяє за рахунок підвищення ефективності технологій перетворення одних видів енергії в інші, так і за рахунок зниження потреби

в перетворенні ресурсів оптимізувати енергетичний баланс країни та на основі цього сформулювати ефективну енергетичну політику держави.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Нова енергетична стратегія України до 2035. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245213112>.
2. Башмаков І. Единый топливно-энергетический баланс как инструмент анализа, прогноза, и индикативного планирования развития энергетики региона .URL: http://www.cenef.ru/art_11212_119.html.
3. Державна служба статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Кулик М.М. Стан реалізації та інвестиційного забезпечення Енергетичної стратегії України / М.М. Кулик // Проблеми загальної енергетики. – 2012. – Вип. 1(28). – С. 5-14.
5. Лір В.Е. Енергетична ефективність економіки України / В.Е. Лір // Економіст, 2000. – № 9. – С. 61-63.

REFERENCES:

1. Nova energetichna strategiya Ukraini do 2035 roku [the new energy strategy of Ukraine until 2035]. [Electronic resource]. – Access mode: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245213112>. (in Ukrainian)
2. Bashmakov I. Edinyy toplivno-energeticheskiy balans kak instrument analiza, prognoza, i indikativnogo planirovaniya razvitiya energetiki regiona [Unified fuel and energy balance as an instrument for analysis, forecast, and indicative planning of energy development in the region]. URL: http://www.cenef.ru/art_11212_119.html. (in Russian)

3. The State Statistics Service of Ukraine Access mode: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (in Ukrainian)

4. Kulik M.M.(2012) Stan realizatsii ta investitsiynogo zabezpechennya Energetichnoi strategii Ukraini. [Status of the implementation and investment support of the Energy Strategy of Ukraine. Problemi zagal'noi energe-

tiki [Problems of general energy.] ,vol. 1 (28)., pp. 5-14. (in Ukrainian)

5. Lir V.E. (2000) Energetichna efektyvnist' ekonomiki Ukraini [Energy Efficiency of the Economy of Ukraine. Ekonomist [Economist], vol. № 9, pp. 61-63. (in Ukrainian)

Tantsiura Y.A.

Student

National Aviation University

Kasianova N.V.

Doctor of Economic Sciences, Professor,

Head of Department of Economic Cybernetics

National Aviation University

MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ENERGY SYSTEM OF THE COUNTRY

Ukraine uses various sources of energy for its own needs, such as oil, natural gas, coal, atomic and hydro energy, wind and sun energy, etc. At the same time, in recent years, due to changes in price conditions, technologies and world trends, the share of other types of energy in consumption is gradually increasing. Therefore, the purpose of the article is to substantiate theoretical and methodological principles and to develop practical recommendations for the formation of a model of the Ukrainian energy system.

The novelty of the study is to develop a model for building the country's energy efficiency potential, which allows optimizing the energy balance of the country.

To achieve the goal, a system of general scientific and special research methods is used: economic and mathematical modeling for analysis and forecasting of energy consumption and energy efficiency, balance methods for constructing a model of the potential for increasing energy efficiency.

It is proposed to present the potential for increasing energy efficiency in the form of a table of energy balance. In fact, the model is based on the use of the Leontief inter-sectoral balance algorithm and is presented as a dependence between the consumption of finite and primary energy. Any technological changes in the country lead to a change in the matrix of coefficients of use of the primary resource. As a result of the comparison of the actual data and the results of the calculations, one can see a certain inconsistency. This is due to the low stock of primary petroleum products in Ukraine, but it is offset by the processing of crude oil in petroleum products, the heat is offset by electricity.

The practical use of the model allows us to increase the efficiency of the technologies of converting one type of energy into other optimize the energy balance of the country and, on the basis of it, form an effective energy policy of the state.