

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2025. № 5.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.5.3>

УДК 338.24:620.9

В. І. Чобіток,

*д. е. н., професор, академік АУНУ, в.о. завідувача кафедри маркетингу та
торгового підприємства ННІ ХНУ ім. В.Н Каразіна*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5272-388X>

Ю. Д. Костін,

*д. е. н., академік АЕНУ, професор, професор кафедри маркетингу та
торгового підприємства ННІ ХНУ ім. В.Н. Каразіна*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1823-5110>

БАГАТОФАКТОРНІ ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ПРИ РОЗРОБЦІ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

V. Chobitok,

*Doctor of Economic Sciences, Academician of AUNU, Professor, Acting Head of
the Department of Marketing and Trade Enterprises NNI KhNU im. V.N. Karazina*

Y. Kostin,

*Doctor of Economic Sciences, Academician of AENU, Professor, Professor of the
Department of Marketing and Trade Enterprises NNI KhNU im. V.N. Karazina*

HIGH FACTOR ECONOMETRIC MODELS IN THE DEVELOPMENT OF ENTERPRISE STRATEGIES IN THE ENERGY INDUSTRIES OF UKRAINE

У статті досліджено нестабільність функціонування енергетичної галузі України після розпаду колишнього СРСР. Глобальна фінансово-економічна криза, а також війна з РФ, все це, безумовно, мало негативний вплив на соціально-економічну систему України. Проведено аналіз основних тенденцій розвитку об'єктів енергетики. Розкрито переваги і недоліки існуючих проблем. Розглянуто та проаналізовано теоретичні розробки вітчизняних та іноземних вчених у ефірі традиційної енергетики. Серед недоліків виявлено основні проблеми державного управління енергетикою, що мали місце протягом тридцяти років суверенної Української Держави.

Проаналізовано основні фактори, що впливають на формування галузі. Акцентовано увагу на процес виробництва електроенергії, а також експортно-імпорітні можливості країни. Розглянуто проблему розвитку виробництва електроенергії.

Для моделювання значень показника обсягів виробництва електроенергії рекомендовано використовувати модель часового ряду, а саме: модель Бокса-Дженкінса. На основі цієї моделі побудовано прогнози за різними сценаріями: нейтральний, песимістичний та оптимістичний. Використання таких моделей для аналізу й прогнозування циклічної випадкової змінної мусить бути застосовані у випадках, коли зовнішнє соціально-економічне й політичне середовище є нестабільним, тому потрібно враховувати не лише детерміновані складові, такі як тренд, а й випадкові складові, які мають суттєвий вплив.

Досліджено процес формування стратегії внутрішнього споживання електроенергії завдяки впровадженню багатофакторної економетричної моделі в секторах економіки: побутовий сектор, торгівля та послуги, сільське господарство. Для моделювання динаміки споживання електроенергії обрано поліном 5-го ступеню, який відображає циклічну тенденцію, зміну цього показника у часі.

Обґрунтовано концепцію стратегічного розвитку підприємств енергопостачальників в умовах нової конфігурації енергоринку, яка, на

відміну від існуючих, орієнтує не на формування ресурсних переваг, а на удосконалення взаємодії з клієнтом — взаємну інтеграцію бізнес-процесів постачальника і споживача, створення зручних моделей продажу, діджиталізацію сервісів.

Розроблено модель оцінки ефективності управління стратегічним розвитком, яка дозволяє: а) виділити ті складові організаційно-економічного механізму управління, які мають вирішальний вплив на досягнення стратегічних цілей; б) порівняти повноту реалізації стратегічних ініціатив у бізнес-процесах постачальника та конкурентів.

Визначено зовнішні фактори розвитку бізнесу в сфері енергопостачання (рівень ділової активності у національній економіці; чисельність населення, рівень технологічного розвитку, умови доступу до пропозиції енергоресурсів) та встановлено, що їх вплив є переважно опосередкованим, таким, що залежить від принципів структуризації клієнтського портфелю.

Висвітлено тенденції стратегічного розвитку енергетичних підприємств в умовах трансформації енергоринку, а саме: лідерське позиціонування, орієнтація на створення власної інноваційної екосистеми, клієнтоцентричність, соціальна відповідальність, відповідність інтересам сталого розвитку суспільства.

The article examines the instability of the functioning of the energy sector of Ukraine after the collapse of the former USSR. The global financial and economic crisis, as well as the war with the Russian Federation, all of this, of course, had a negative impact on the socio-economic system of Ukraine. An analysis of the main trends in the development of energy facilities is carried out. The advantages and disadvantages of existing problems are revealed. Theoretical developments of domestic and foreign scientists in the field of traditional energy are considered and analyzed. Among the shortcomings, the main problems of state energy

management that have occurred during the thirty years of the sovereign Ukrainian State are identified.

The main factors influencing the formation of the industry are analyzed. Attention is paid to the process of electricity production, as well as the country's export-import capabilities. The problem of electricity production development is considered.

To model the values of the indicator of electricity production volumes, it is recommended to use a time series model, namely: the Box-Jenkins model. Based on this model, forecasts are built for different scenarios: neutral, pessimistic and optimistic. The use of such models for the analysis and forecasting of a cyclical random variable should be applied in cases where the external socio-economic and political environment is unstable, therefore, it is necessary to take into account not only deterministic components, such as the trend, but also random components that have a significant impact.

The process of forming a strategy for domestic electricity consumption was studied through the implementation of a multifactor econometric model in the sectors of the economy: household sector, trade and services, agriculture. A 5th degree polynomial was chosen to model the dynamics of electricity consumption, which reflects the cyclical trend and the change in this indicator over time.

The concept of strategic development of energy supply enterprises in the conditions of a new configuration of the energy market is substantiated, which, unlike the existing ones, is oriented not on the formation of resource advantages, but on improving interaction with the client - mutual integration of supplier and consumer business processes, creation of convenient sales models, digitalization of services.

A model for assessing the effectiveness of strategic development management has been developed, which allows: a) to identify those components of the organizational and economic management mechanism that have a decisive impact on achieving strategic goals; b) to compare the completeness of the

implementation of strategic initiatives in the business processes of the supplier and competitors.

External factors of business development in the energy supply sector have been identified (the level of business activity in the national economy; population size, level of technological development, conditions of access to the supply of energy resources) and it has been established that their influence is mainly indirect, such that it depends on the principles of structuring the client portfolio.

Trends in the strategic development of energy enterprises in the context of energy market transformation are highlighted, namely: leadership positioning, orientation towards creating one's own innovative ecosystem, customer-centricity, social responsibility, and compliance with the interests of sustainable development of society.

Ключові слова: електроенергетика, експорт, імпорт, споживання, економетричні моделі, стратегія підприємства.

Keywords: electric power industry, export, import, consumption, econometric models, enterprise strategy.

Постановка проблеми. Енергетична галузь в кожній країні світу має дуже велике стратегічне значення. Ця галузь створює не лише умови для функціонування промисловості й транспорту, промислової інфраструктури, сільського господарства, але й забезпечує нормальні умови для діяльності соціального захисту, соціальної безпеки, торгівлі, громадського транспорту, освіти, науки, культури та спорту, тощо.

Сучасний період у суспільному, політичному та соціально-економічному виміру є одним з найскладніших та найтяжчих в Україні. Спочатку соціально-економічна криза після розпаду колишнього СРСР, відокремлення економічних еліт, приватизація та перерозподіл сфер впливу у найважливіших стратегічних сферах економіки, атаки та сірі «офшорні» схеми, глобальна фінансово-економічна криза 2008-2009 рр., Революція

Гідності, події на Донбасі й у Луганській області, війна з РФ з 24 лютого 2022 р. все це, безумовно, мало великий вплив на соціально-економічну систему в Україні та на становище окремих секторів економіки. [1, 2, 3].

Аналіз останніх публікацій з проблеми. На даний час опубліковано значну кількість робіт, присвячених проблемам енергетичної галузі України. Серед учених, які зробили найбільший внесок у дослідженні цих питань, слід визначити: О. Амошу, Б. Стогнія, В. Геєця, Є. Крижанівського. Г. Іванова, В. Євтушевського, О. Кендюхова, Л. Назарчука, Ю. Куцана, Ю. Костіна, Ю. Колбушкіна, К. Ушаповського, В. Шведкого та інших.

В роботі Ю. Костіна та В. Шведкого [4] приведені моделі та прогноз показників провідних галузей економіки України, таких як промисловість, транспорт, будівництво, машинобудування, а моделювання динаміки споживання енергоресурсів в інших секторах (побутовий сектор, торгівля та послуг, сільське господарство) потребують подальшого відпрацювання.

Метою статті є оцінка пріоритетних напрямків розвитку енергетичної галузі України та розробка економетричних моделей прогнозування показників споживання енергоресурсів в секторах економіки.

Виклад основного матеріалу. Одними з важливих проблем енергетичної галузі в Україні були проблеми, пов'язані з необхідністю реформ та модернізації обладнання у цій галузі, зниження енерговитрат та енергоємності виробництва, підвищення тарифів та розвиток альтернативної енергетики та виробництва енергії з відновлюваних джерел. Окремою важливою проблемою енергетичного сектору України є високий екологічний ризик та екологічна небезпека [5].

Зарубіжні фахівці визначили три пріоритетних напрямків при наданні рекомендацій щодо розвитку енергетичного сектору в Україні:

1. треба підвищити споживчі ціни на газ настільки, щоб вони з одного боку віддзеркалювали його справжню ціну, забезпечуючи рентабельність енергетичного концерну «Нафтогаз України». З другого боку завдяки високим цінам як в домогосподарствах, так і

на виробництві з'явиться мотивація заощаджувати енергію;

2. необхідно більш ефективно використовувати наявну енергію, щоб у середньостроковій перспективі знизити її загальне споживання в країні. Нагально необхідними є інвестиції в модернізацію парку електростанцій України та в утеплення будинків. Тому необхідно розвивати нові технології та залучати інвестиції від іноземних та вітчизняних інвесторів;
3. слід забезпечити прозорість у майже непроглядному, високо корупційному та переобтяженому неофіційними структурами секторі й тим самим покращити інвестиційний клімат у цій галузі.

[6]

При розробці енергетичної стратегії України з модернізації та розвитку національної енергетики та довгострокових прогнозів п'ятнадцять років тому вчені виходили з більш – менш оптимістичних сценаріїв, коли економіка України вже вийшла з кризи 90-х років й активно почали працювати такі галузі, як: промисловість, переробка, будівництво, сільське господарство, тощо [7, 8, 9].

Була розроблена нова структура електроенергетичної системи (ЕЕС) України. Її принциповою відмінністю було те, що в ній до мінімуму зведено використання природного газу на ТЕС та основне навантаження в ЕЕС було покладено на АЕС та вугільні ТЕС. [10]

Згідно розробленим прогнозам у цій Стратегії, як відзначають експерти центра Разумкова, мова йде про кризу державного управління енергетикою, коли «напередодні опалювального сезону 2021-2022 рр. український енергетичний комплекс зіткнувся з одним із найбільших викликів, що мали місце будь-коли протягом усіх тридцяти років існування суверенної української держави». В цей період спостерігалися дуже низькі запаси вугілля на складах ТЕС, недостатні обсяги накопичення природного газу в підземних сховищах газу (ПСГ), високий рівень зносу інфраструктури та безпрецедентну фінансову кризу на ринку електричної енергії, що зачепила

практично усі базові підприємства галузі. З 23 енергоблоків на державних ТЕС компанії ПАТ «Центренерго» працювали лише 3. Різко зросла заборгованість. Так, загальний борг між учасниками нового ринку електричної енергії станом на 1 листопада 2021 р. досяг 54,5 млрд. грн., борг НЕК «Укренерго» гарантованим покупцям складав 32,8 млрд. грн., а перед учасниками балансуючого ринку — 10,9 млрд. грн. Борг перед НЕК «Укренерго» за небаланси становив 11,542 млрд. грн.

Крім того, фахівці вказують на суттєві недоліки існуючої моделі ринку електричної енергії, що проявлялося як впровадження регуляторних цінових обмежень та постійних змін правил торгівлі, ручним керуванням, непрозорістю ціноутворення, тощо. Наприклад, оптові ціни на електроенергію в Україні у 2021 р. були нижчими від європейських у 2-3 рази. Так, у середині травня 2021р. ціна в Об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України знизилася до €23/МВт, проте у Польщі, Угорщині, Словаччині і Румунії відповідна ціна складала €70-72/МВт.[11]

Війна РФ проти України ще значною мірою ускладнила ситуації в енергетичній сфері, завдав суттєве пошкодження потужності багатьох енергетичних компаній, порушення режиму праці, енергопостачання, різкого зростання техногенних ризиків, тощо [12].

В останній період на час війни енергетична сфера в Україні зазнала правових змін в регулюванні її діяльності. Так, у сфері енергетики з 24-го лютого 2022 року було запроваджено ряд регуляторних змін, покликаних стабілізувати галузь та вирішити критичні проблеми.

Насамперед, зміни торкнулися експорту електричної енергії. З березня 2022 року Енергетична Система Континентальної Європи та Об'єднана енергетична системи (далі – ОЕС) України працюють синхронно. Наприкінці червня розпочалися комерційні продажі електроенергії до країн ЄС (Румунія, Словаччина) на рівні 100 МВт. З кінця липня обсяг було збільшено до 250 МВт та додатково до експорту 210 МВт у Польщу [3].

Таким чином, враховуючи суттєві зміни у енергетичній сфері України,

нестабільність зовнішнього та внутрішнього соціально-економічного й політичного середовища, виклики за загрози, пов'язані з війною, слід розробити актуальні моделі щодо аналізу динаміки та прогнозування основних показників енергетичної галузі країни.

При розробці стратегії компанії на ринку електроенергії та визначення ситуації у електроенергетичній галузі слід використовувати широкі можливості економіко-математичних методів та моделей. Отже при розробці довгострокових моделей прогнозування використовують різноманітні методи аналізу часових рядів та економетричні моделі.

У даній роботі використані дані Державної служби статистики України [13]. За період з 1990 р. по 1994 р. відбулося значне падіння обсягів виробництва електроенергії в Україні. Це було обумовлено, насамперед, впливом системної кризи початку 90-х років після розпаду СРСР та початком значних структурних змін в політичному й економічному просторі України, багато промислових підприємств в цей період не працювало, борги, у тому числі за використану електроенергію у промисловому та побутовому секторах були дуже великими, частина підприємств електроенергетики перебувала у кризовому стані або було банкрутами, окремі підприємства було приватизовано. Отже всі ці фактори сприяли значному скороченню обсягів виробництва електроенергії за період 1990-1994 рр. Далі зменшення обсягів виробництва електроенергії в Україні продовжувалося, але вже не такими великими темпами. Протягом 2005-2008 рр. навіть відбулося деяке збільшення обсягів виробництва електроенергії, й обсяги виробництва досягли рівня 1994 р., проте у 2009 р. спостерігалися негативні наслідки впливу глобальної фінансово-економічної кризи у світі, яка частково торкнулася й України. Але вже у 2010 р. обсяги виробництва електроенергії в країні збільшилися й стабілізувалися протягом 2011-2012 рр. Але знову за період 2013-2020 рр. відбувалося постійне скорочення обсягів виробництва електроенергії.

Враховуючи, що представлена динаміка показника обсягів виробництва електроенергії за досить тривалий період часу, з 1990 р. по 2020 р., тобто за 31 рік, для моделювання значень показника обсягів виробництва електроенергії можна використовувати модель часового ряду, а саме модель Бокса-Дженкінса або ARIMA. Оскільки часовий ряд, який представляє значення обсягів виробництва електроенергії не є стаціонарним, то для перетворення його у стаціонарний було використано перші різниці. При специфікації моделі також були використано перші лаги $p(1)$ та ковзку середню з лагом у один період $q(1)$. Результати оцінки параметрів для моделі ARIMA для показника значення обсягів виробництва електроенергії представлено у табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика моделі ARIMA (1,1,1) для показника значення обсягів виробництва електроенергії в Україні

Input: ProdElect (Spreadsheet1) Transformations: D(1) Model:(1,1,1)						
Складові ARIMA	Оцінка параметру	Стандартне відхилення	Критерій Стьюдента	Значення p	Нижня границя оцінки параметру	Верхня границя оцінки параметру
1	2	3	4	5	6	7
Складові ARIMA	Param.	Asympt.Std.	Asympt. t-criterion	p- value	Lower Boundary of Est.	Upper Boundary of Est.
Складові ARIMA Constant (Константа)	-20294,4	9540,561	-2,12717	0,042690	-39870,0	-718,767
$p(1)$	0,9985	0,065	15,36154	0,000000	0,8	1,117
$q(1)$	0,5001	0,192	2,71409	0,011435	0,1	0,915

Отже, з даних, приведених у табл. 1, видно, що всі оцінки параметрів моделі є статистично значимими при $p < 0,05$. Тобто побудовану модель можна використовувати для прогнозу на окремий часовий період. У табл. 2 представлено прогноз показників обсягів виробництва електроенергії на період з 2021 р. по 2025 р. згідно нейтрального, оптимістичного та песимістичного сценаріїв.

Таблиця 2. Результати прогнозів обсягів виробництва електроенергії на період з 2021 р. по 2025 р. згідно різних сценаріїв.

Рік	Значення часової змінної T	Прогноз (нейтральний сценарій)	Нижня границя прогнозу (песимістичний)	Верхня границя прогнозу (оптимістичний)	Стандартна похибка прогнозу
		Forecast	Lower	Upper	Std.Err.
2021	32	143165,9	127398,9	158932,8	9256,75
2022	33	137675,8	109747,8	165603,8	16396,52
2023	34	131935,6	90791,7	173079,4	24155,54
2024	35	125949,5	70445,7	181453,4	32586,28
2025	36	119721,8	48784,0	190659,6	41647,56

На нашу думку, зважаючи на непросту ситуацію у галузі, зовнішні виклики, ризики та загрози, слід брати до уваги песимістичний та нейтральний сценарії прогнозу.

Окрім аналізу можливих напрямків розвитку траєкторіях виробництва електроенергії в Україні, слід також враховувати можливі тенденції експорту та імпорту електроенергії.

Слід визначити, що тенденції імпорту та експорту електроенергії сильно корельовані, коефіцієнт кореляції складає 0,78. Тобто можна припустити, що однакові фактори, що визначають кон'юнктуру на ринку постачання електроенергії мали вплив й на динаміку експорту, й на динаміку імпорту.

Для аналізу тенденцій експорту та імпорту електроенергії в Україні доцільно використовувати функціональні залежності у часі. Так, для відображення тенденції експорту електроенергії була використана модель експоненційного тренду з від'ємною оцінкою параметру a_1 при часовій змінній t . Оцінки параметрів цього тренду та інші характеристики моделі представлено у табл. 3.

Таблиця 3. Характеристики моделі експоненційного тренду для показника експорту електроенергії в Україні.

Model is: $\text{Export} = a_0 \cdot \exp(a_1 \cdot t)$ (Spreadsheet6) Dep. Var. : Export Level of confidence: 95.0% ($\alpha = 0.050$) F value 202,149606, $p < 0,000001$ Proportion of variance accounted for: 0,87802795 R = 0,93703146						
Параметри	Оцінка параметру	Стандартне відхилення	Критерій Стьюдента	Значення р	Нижня границя оцінки параметру	Верхня границя оцінки параметру
	Estimate	Standard	t-value	p-value	Lo. Conf	Up. Conf
a0	18808,54	1252,513	15,01664	0,000000	16246,86	21370,21
a1	-0,13	0,013	-9,89601	0,000000	-0,15	-0,10

Ця модель досить добре відображує динаміку реальних даних. Тобто може бути використана для аналізу й прогнозу, про що також свідчить коефіцієнт детермінації, який складає 0,87.

На основі цієї моделі було побудовано прогнози за різними сценаріями: нейтральний сценарій (точковий прогноз за моделлю експоненційного тренду), песимістичний сценарій (прогноз за моделлю тренду з урахуванням нижньої границі) та оптимістичний сценарій (прогноз за моделлю експоненційного тренду з урахуванням верхньої границі прогнозу).

Таблиця 4. Прогнози динаміки експорту електроенергії в Україні за різними сценаріями (ГВт*год)

Рік	Часова змінна	Точковий прогноз	Нижня границя прогнозу	Верхня границя прогнозу
	T	Нейтральний сценарій	Песимістичний сценарій	Оптимістичний сценарій
2021	31	384,8669	148,8149	976,8837
2022	32	339,4886	127,9089	884,3377
2023	33	299,4608	109,9397	800,5592
2024	34	264,1524	94,495	724,7174
2025	35	233,0072	81,21999	656,0607

При побудові середньострокових та довгострокових прогнозів слід врахувати й характер випадкової змінної, яка може мати циклічний характер.

Для аналізу випадкової змінної експорту нами було обрано модель експоненційного згладжування з використанням лагу у три часових періодів та аддитивної циклічної складової, яка за результатами обчислень становила: $S1 = -273,489$; $S2 = 401,941$; $S3 = -128,452$.

У табл. 5 приведено характеристики цієї моделі та результати прогнозу. Отже видно, що середня абсолютна процентна похибка менш за 5%, тобто модель може бути використано для прогнозу.

На нашу думку, використання таких моделей для аналізу й прогнозування циклічної випадкової змінної мусить бути застосовано у випадках, коли зовнішнє соціально-економічне й політичне середовище є нестабільним й треба враховувати не лише детерміновані складові, такі як тренд, а й випадкові складові, які мають суттєвий вплив.

Таблиця 5. Прогнози для випадкової складової експорту електроенергії та верхньої границі прогнозу з урахуванням експоненційного тренду та випадкової змінної в Україні (ГВт*год).

Характеристика моделі		Значення	Рік	Т	Прогноз	
					Випадкова складова, ГВт·год	Верхня границя прогнозу з урахуванням експоненційного тренду та випадкової змінної, ГВт·год
Параметри моделі	S0	-132,1	2021	31	-528,746	448,1373
	α	0,00	2022	32	1743,369	2627,707
	δ	1,00	2023	33	2283,489	3084,048
Показники похибки	Mean error	125,6	2024	34	-528,746	195,9711
	Mean abs. perc. error	4,76	2025	35	1743,369	2399,43

Далі було проведено аналіз та моделювання динаміки імпорту електроенергії в Україні.

Так, для відображення тенденції імпорту електроенергії була використана модель поліноміального тренду 4-го ступеня при часовій змінній t . Оцінки параметрів цього тренду та інші характеристики моделі представлено у табл. 6.

Таблиця 6. Характеристика моделі поліноміального тренду для показника імпорту електроенергії в Україні.

Параметри поліноміального тренду	Оцінки параметрів	Стандартне відхилення	Критерій Стьюдента	Значення p	Нижня границя оцінки параметру	Верхня границя оцінки параметру
	Estimate	Standard Dev.	t-value	p-value	Lo. Conf	Up. Conf
a_0 (Константа)	41195,2	2089,860	19,7120	0,000000	36899,4	45490,98
a_1	-10234,9	999,066	-10,2445	0,000000	-12288,5	-8181,29
a_2	1065,5	138,722	7,6805	0,000000	780,3	1350,60
a_3	-44,3	7,003	-6,3194	0,000001	-58,6	-29,86
a_4	0,6	0,116	5,4288	0,000011	0,4	0,87

Як видно з результатів табл.6, оцінки параметрів моделі є статично значимими при рівні $p < 0,001$. Коефіцієнт детермінації для цієї моделі дорівнює 0,906. Тобто побудована модель може бути використана для аналізу й прогнозів тенденції імпорту електроенергії в Україні.

На основі цієї моделі було побудовано прогноз імпорту за різними сценаріями:

- нейтральний сценарій (точковий прогноз за моделлю поліноміального тренду) та визначено випадкову складову імпорту.

Для аналізу випадкової змінної імпорту нами було обрано модель експоненційного згладжування з використанням лагу у три часових періодів та аддитивної циклічної складової, яка за результатами обчислень становила: $S_1 = -67,353$; $S_2 = 388,440$; $S_3 = -321,086$.

У табл. 7 приведено характеристики цієї моделі та результати прогнозу. Отже видно, що середня абсолютна процентна похибка трохи більша за 5%, тобто модель може бути використано для прогнозу.

Слід зазначити, що використання моделей часових рядів та побудова прогнозів за цими моделями має й ряд недоліків. А саме, не враховуються окремі факторні ознаки (чинники), які можуть мати суттєвий вплив на формування показника, який досліджується.

Таблиця 7. Прогнози для випадкової складової імпорту електроенергії та прогнозу з урахуванням поліноміального тренду та випадкової змінної в Україні (ГВт*год)

Характеристика моделі		Значення	Рік	Т	Прогноз		
					Випадкова складова, ГВт·год	Прогноз імпорту за результатам тренду, ГВт·год	Прогноз імпорту з тренду та випадкової змінної, ГВт·год
Параметри моделі	S0	68,40	2021	31	456,836	9772,219	10229,054
	α	0,00	2022	32	-252,691	13500,38	13247,686
	δ	0,0001	2023	33	1,042	18585,68	18586,725
Показники похибки	Mean error	-66,222	2024	34	456,836	25252,77	25709,601
	Mean abs. perc. error	5,701	2025	35	-252,691	33741,34	33488,646

Тому, нами було побудовано й багатофакторну економетричну модель, характеристика якої представлена у табл. 8.

У якості залежної змінної було використано темп зміни випуску електроенергії в Україні, у якості факторних ознак було використано – темпи зміни імпорту, темп зміни експорту та темп зміни внутрішнього споживання електроенергії. Завдяки використанню моделі у темповому вигляді вдалося уникнути проблему колінеарності вихідних початкових змінних, яке б могло з урахуванням однаково спрямованих трендів призвести до ефекту невірної регресії.

Таблиця 8. Характеристика багатфакторної економічної моделі для показника виробництва електроенергії в Україні.

Regression Summary for Dependent Variable: tauv (Spreadsheet6) R= 0,97061820 R-squared= 0,94209969 F(3,26)=141,02 p<,00000 Std.Error of estimate: ,01262							
Фактори в екон. моделі	Умовні познач.	Оцінки параметрі у станд. моделі	Станд. відхилення у станд. моделі	Оцінки параметрів у моделі	Станд. відхилення у моделі	Критерій Стьюдента	Значення р
		b*	Std.Err.	b	Std.Err.	t(26)	p-value
Константа	Intercept			-0,00104	0,00262	-0,39976	0,69259
Темп зміни імпорту	tau1	-0,06492	0,04736	-0,00024	0,00017	-1,37086	0,18213
Темп зміни експорту	tau2	0,172958	0,05178	0,023342	0,00698	3,34018	0,00254
Темп зміни внутр. споживання	tau3	0,878786	0,05190	1,025020	0,06054	16,93112	0,00000

Як видно з даних табл. 8, багатфакторна економетрична модель має статистично значимі оцінки параметрів при змінних tau2 (Темп зміни експорту) та tau3 (Темп зміни внутрішнього споживання).

Оцінка параметру моделі при змінній tau1 (Темп зміни імпорту) не є статистично значимою, проте є від'ємною, тобто очікування збільшення імпорту та додатні темпи зміни цього показника будуть призводити до зниження темпу власного виробництва електроенергії. Але, слід зазначити, що оцінка параметру при змінній tau1 (Темп зміни імпорту) є близькою до 0, тобто вплив цієї змінної на динаміку власного виробництва електроенергії буде незначним.

Втім, оцінки параметрів при змінних tau2 (Темп зміни експорту) та tau3 (Темп зміни внутрішнього споживання) є додатними та статистично значимими, тобто приріст очікуваних показників експорту та внутрішнього споживання будуть стимулювати процеси власного виробництва електроенергії в Україні. Слід також зазначити, що оцінка параметру при змінній tau3 (Темп зміни внутрішнього споживання) трохи більша за 1, тобто

можна спостерігати навіть невеликий мультиплікативний ефект від зростання показника внутрішнього споживання, тобто він є основним стимулятором збільшення власного випуску електроенергії. Отже, слід розглянути динаміку показника, що характеризував внутрішнє споживання в Україні.

Динаміка внутрішнього споживання електроенергії в Україні (ГВт*год) за період 1990-2020 рр. приведена на рис. 1.



Рис. 1. Динаміка внутрішнього споживання електроенергії в Україні, ГВт*год

Як видно з представленого на рис. 1 графіку, протягом останніх 30-ти років внутрішнє споживання електроенергії в Україні також мало тенденцію до зниження.

Для аналізу причин зниження внутрішнього споживання електроенергії в Україні слід детально вивчити його структуру. Внутрішнє споживання електроенергії складається з показників власного споживання електроенергії енергетичним сектором, а також споживанням електроенергії в таких секторах економіки, як промисловість, транспорт, інші сектори (Побутовий сектор, Торгівля та послуги, Сільське господарство) та неенергетичне використання.

Слід зазначити, що частка власного споживання електроенергії енергетичним сектором від внутрішнього постачання електроенергії достатньо стабільна й коливається у межах від 10% до 17%, середнє значення складає 14,5%. Коефіцієнт варіації менш 15%, тобто при моделюванні прогнозних значень цього показника можна використовувати розрахунки нижньої та верхньої границі середнього вибіркового значення або правило трьох сигм, якщо слід визначити нижні та верхні довірчі інтервали для цієї вибірки.

Для моделювання динаміки споживання електроенергії у промисловості було обрано поліном 5-го ступеня, який відображує циклічну тенденцію зміни цього показника у часі.

Оцінки параметрів цього тренду та інші характеристики моделі представлено у табл. 9.

Таблиця 9. Характеристика моделі поліноміального тренду для показника споживання електроенергії у промисловості в Україні

Параметри поліноміального тренду	Оцінки параметрів	Стандартне відхилення	Критерій Стьюдента	Значення р	Нижня границя оцінки параметру	Верхня границя оцінки параметру
	Estimate	Standard Dev.	t-value	p-value	Lo. Conf	Up. Conf
a0 (Константа)	151836,2	3189,242	47,6089	0,000000	145267,9	158404,6
a1	-25369,2	2271,436	-11,1688	0,000000	-30047,3	-20691,1
a2	2305,5	489,054	4,7143	0,000078	1298,3	3312,8
a3	-75,5	42,088	-1,7944	0,084857	-162,2	11,2
a4	0,4	1,556	0,2421	0,810713	-2,8	3,6
a5	0,01251	0,021	0,6323	0,595714	0,0	0,1

Як видно з результатів табл. 9, оцінки параметрів моделі a0, a1 та a2 є статистично значимими при рівні $p < 0,001$, оцінка параметру a3 є статистично

значимою при рівні $p < 0,1$. Коефіцієнт детермінації для цієї моделі дорівнює 0,978. Тобто побудована модель може бути використана для аналізу й прогнозів тенденції споживання електроенергії у промисловості в Україні.

В табл. 10 представлено реальні дані динаміки споживання електроенергії у промисловості в Україні, модельні значення за поліноміальним трендом та прогноз цих показників на період з 2021 р. по 2025 р.

Отже, можливе поступове зростання показника споживання електроенергії у промисловості в Україні з 2022 р. і далі внаслідок збільшення енергетичних потреб промисловості, відновлювання зруйнованої та застарілої матеріальної бази різних секторів економіки, збільшення виробництва у сфері машинобудування, зокрема оборонної продукції, у сфері будівництва, наприклад, відновлення житлової інфраструктури, заміни та ремонту обладнання, доріг, елементів транспортної та соціальної інфраструктури, тощо.

Частка споживання електроенергії транспортним сектором від внутрішнього постачання електроенергії теж достатньо стабільна й коливається у межах від 4% до 6 %, середнє значення складає 5,1%. Коефіцієнт варіації менш 10%, тобто при моделюванні прогнозних значень цього показника можна використовувати розрахунки нижньої та верхньої границі середнього вибіркового значення або правило трьох сигм, якщо слід визначити нижні та верхні довірчі інтервали для цієї вибірки.

Для моделювання динаміки споживання електроенергії у інших секторах (Побутовий сектор, Торгівля та послуги, Сільське господарство) було обрано поліном 5-го ступеня, який відображує циклічну тенденцію зміни цього показника у часі. Оцінки параметрів цього тренду та інші характеристики моделі представлено у табл. 10.

Таблиця 10. Характеристика моделі поліноміального тренду для показника споживання електроенергії у інших секторах в Україні

Параметри поліноміального тренду	Оцінки параметрів	Стандарт не відхилення	Критерій Стьюдента	Значення р	Нижня границя оцінки параметру	Верхня границя оцінки параметру
	Estimate	Standard Dev.	t-value	p-value	Lo. Conf	Up. Conf
a0 (Константа)	44188,33	2038,823	21,6735	0,000000	39989,29	48387,36
a1	15017,70	1452,086	10,3422	0,000000	12027,07	18008,33
1a2	-3655,06	312,643	-11,6909	0,000000	-4298,96	-3011,16
a3	307,54	26,906	11,4300	0,000000	252,12	362,95
a4	-10,56	0,995	-10,6175	0,000000	-12,61	-8,52
a5	0,13	0,013	9,7000	0,000000	0,10	0,16

Як видно з результатів табл.10, оцінки всіх параметрів моделі є статистично значимими при рівні $p < 0,001$. Коефіцієнт детермінації для цієї моделі дорівнює 0,929. Тобто побудована модель може бути використана для аналізу й прогнозів тенденції споживання електроенергії у інших секторах в Україні.

Отже, можливе поступове зростання показника споживання електроенергії і у інших секторах економіки в Україні з 2022 р. і далі внаслідок збільшення використання електроенергії замість газу та інших видів палива, особливо у осінній та зимній періоди, відновлювання торгівлі, сільського господарства, підвищення споживання у побутовому секторі, побудова та ремонтування житла населенням, тощо.

Отже, якщо власного виробництва електроенергії не буде вистачать в найближчий період, то різниця повинна покриватися за рахунок імпорту електроенергії та фінансування програм енергетичного розвитку й

відновлення від міжнародних організацій та фондів, спеціальних програм зарубіжних партнерів на підтримку України.

Висновки

Таким чином, при розробці нової Енергетичної стратегії в Україні та побудові прогнозів на найближчі десять років слід враховувати нові реалії тяжкої ситуації в Україні, оцінювати можливість залучення фінансової та матеріально-технічної допомоги від держав країн ЄС, США та інших партнерів, від міжнародних організацій та фондів, тощо.

Розроблені у цій роботі моделі та прогнози базуються на вивченні даних часових рядів для основних показників електроенергетичної галузі й можуть бути застосовані при розробці окремих елементів нової Енергетичної стратегії України в умовах нестабільного зовнішнього соціально-економічного й політичного середовища в Україні.

Також розроблені моделі й прогнози будуть корисними для компаній-провайдерів, що працюють на ринку електроенергії та повинні розробляти свої власні стратегії щодо постачання електроенергії своїм споживачам, клієнтам та партнерам.

Література

1. Євтушевський В., Кочедикова А.: Фактори формування енергетичної безпеки України. Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка. Економіка. Вип. 107-108. К. : ВПЦ «Київський університет», 2009. С. 15-17.
2. Стогній Б., Кулик М.: Загальні проблеми та довгострокові перспективи розвитку енергетики в Україні. Наука та інновації 2006. Т 2. № 2, С. 5-18
3. Левицький Ю. А., Костін Ю. Д. Формування корпоративної стратегії розвитку регіональних підприємств електроенергетики. Вісник Хмельницького національного університету. Екон. наук. 2009. № 5. Т. 3. 248-256 с.
4. Костін Ю. Д., Шведкий В. А. Моделювання потреб внутрішніх ринків для забезпечення електроенергією в умовах нестабільного зовнішнього соціально-економічного і політичного середовища в Україні.

Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach. 2022, № 15. P. 143-162. DoI: 10.54264/0054

5. Ярчак В.: Про екологічний ризик джерел підвищеної екологічної небезпеки. Вісник Львів. ун-ту. Серія юрид. 2009, Вип. 48, С. 209-215.
6. Розенбергер К. Політика України в галузі енергетики. KAS Paper. Київ, 2012. С. 20.
7. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Інформаційно – аналітичний бюлетень “Відомості Міністерства палива та енергетики України”. Спеціальний випуск 2006.
8. Про ринок електричної енергії: Закон України від 13.04.2017. № 2019-VIII.
9. Проблеми розвитку енергетики України. Вісн. НАН України, 2006. № 2, С. 3-6.
10. Стогній Б., Кулик М. Загальні проблеми та довгострокові перспективи розвитку енергетики в Україні. Наука та інновації. 2006.С. 16.
11. Мамонтова Н. А.: Управління вартістю компаній нафтогазового комплексу в умовах інноваційного розвитку: Монографія. Львів: ПАІС, 2011. С. 484.
12. Колбушкін Ю. П.: Стратегічні пріоритети управління фінансовими потоками у нафтогазовій галузі: Монографія: ін-т економіки промисловості. Донецьк. 2009. С. 384.
13. Самойленко І. О.: Формування енергоефективної моделі розвитку національної економіки країни: теорія, методологія, практика: Монографія. Харків: ФОП Панов А. М., 2018. 396 с.
14. Білявський М.: Аналіз системних помилок енергоринку (на прикладі балансуєчого сегменту), Разумков Центр, 12 травня 2021 р.
15. Іванов Г. А., Блінов І. В., Парус Є. В.: Комплексна розрахункова модель ринку на добу наперед та балансуєчого ринку електроенергії України. Промелектро 2016. № 4-5, С. 8-12.
16. Куцан Ю. Г., Блінов І. В., Іванов Г. А.: Моделювання тарифо- та ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України в нових умовах функціонування. Електронне моделювання 2017. № 5, С. 71-79.
17. Розенбергер К.: Політика України в галузі енергетики. KAS Paper. Київ, 2012.

18. Халатов А.: Енергетика України: сучасний стан й найближчі перспек. Вісн. НАН України 2016. № 6, С. 53-61.

References

1. Yevtushevsky, V. and Kochedykova, A. (2009), “Factors of formation of energy security of Ukraine”, Visnyk. Kyiv. National University named after T.G. Shevchenko. Economics, vol. 107-108, pp. 15-17.
2. Stogniy, B. and Kulyk, M. (2006), “General problems and long-term prospects of energy development in Ukraine”, Science and Innovation, vol. 2, no. 2, pp. 5-18.
3. Levyts'kyj, Yu.A. and Kostin, Yu.D. (2009), “Formation of a corporate strategy for the development of regional electric power enterprises”, Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Ekon. nauk, vol. 5, no. 3, pp. 248-256.
4. Kostin, Yu.D. and Shvedkyj, V.A. (2022), “Modeling the needs of domestic markets for electricity supply in the conditions of an unstable external socio-economic and political environment in Ukraine”, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach, vol. 15, pp. 143-162. DoI: 10.54264/0054
5. Yarchak, V. (2009), “On the ecological risk of sources of increased ecological danger”, Visnyk Lviv. University. Law Series, vol. 48, pp. 209-215
6. Rosenberger, K. (2012), Polityka Ukrainy v haluzi enerhetyky [Policy of Ukraine in the Energy Sector], KAS Paper, Kyiv, Ukraine.
7. Ministry of Fuel and Energy of Ukraine (2006), “Energy Strategy of Ukraine for the Period Until 2030”, Information and Analytical Bulletin “Vidomosti of the Ministry of Fuel and Energy of Ukraine”, Special Issue.
8. Verkhovna Rada of Ukraine (2017), The Law of Ukraine “On the Electricity Market”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (Accessed 15 Apr 2025).
9. National Academy of Sciences of Ukraine (2006), “Problems of the development of the energy sector of Ukraine”, Problems of Development of the Energy Sector of Ukraine. Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine, vol. 2, pp. 3-6.
10. Stohnij, B. and Kulyk, M. (2006), “General problems and long-term prospects for the development of the energy sector in Ukraine”, Nauka ta innovatsii, vol. 2, pp. 5-18.

11. Mamontova, N.A. (2011), Upravlinnia vartistiu kompanij naftohazovoho kompleksu v umovakh innovatsijnoho rozvytku [Cost management of oil and gas companies in the conditions of innovative development], PAIS, L'viv, Ukraine.
12. Kolbushkin, Yu.P. (2009), Stratehichni priorytety upravlinnia finansovymy potokamy u naftohazovij haluzi [Strategic priorities for managing financial flows in the oil and gas industry], In-t ekonomiky promyslovosti, Donets'k, Ukraine.
13. Samojlenko, I.O. (2018), Formuvannia enerhoefektyvnoi modeli rozvytku natsional'noi ekonomiky krainy: teoriia, metodolohiia, praktyka [Formation of an energy-efficient model for the development of the country's national economy: theory, methodology, practice], FOP Panov A.M., Kharkiv, Ukraine.
14. Bilyavsky, M. (2021), "Analysis of System Errors in the Energy Market (using the Example of the Balancing Segment)", Razumkov Center, Available at: <https://cutt.ly/J1cEc7> (Accessed 15 Apr 2025).
15. Ivanov, G.A. Blinov, I.V. and Parus, E.V. (2016), "Complex Calculation Model of the Day-Ahead Market and the Balancing Electricity Market of Ukraine", Promelectro, vol. 4-5, pp. 8-12.
16. Kutsan, Y.G. Blinov, I.V. and Ivanov, G.A. (2017), "Modeling Tariff and Pricing in the Retail Electricity Market of Ukraine in New Operating Conditions", Electronic Modeling, vol. 5, pp. 71-79.
17. Rosenberger, K. (2012), Polityka Ukrainy v haluzi enerhetyky [Policy of Ukraine in the Energy Sector], KAS Paper, Kyiv, Ukraine.
18. Khalatov, A. (2016), "Energy Industry of Ukraine: Current State and Near-Term Prospects", Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine, vol. 6, pp. 53-61.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2025 р.