

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

©2020 ГІЛЬОРМЕ Т. В.

УДК 338.2:339.97
JEL: E27; O13; Q01; Q43; Q47; Q48

Гільорме Т. В. Оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів на основі концепції сталого розвитку

Метою статті є оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів на національному рівні. Відповідно до здійсненого аналізу політики різних держав у сфері енергетики можна виокремити моделі побудови енергетичного сектора країни: національно-монопольна та національно-конкурентна. Розглянуто показники рівня енергоспоживання та енергоефективності, що функціонально пов'язані з основним показником економічного розвитку країни – виробництвом валового внутрішнього продукту на душу населення. Розраховано індекси енергоспоживання та енергоефективності в Україні за 2007–2019 рр. Здійснений прогноз зміни індексу енергоспоживання на душу населення та ефективності використання енергоресурсів на основі експоненціального згладжування свідчить про ефективність обраної Енергетичної стратегії України. При цьому використано можливості MS Excel пакета «forecast sheet», що дозволило побудувати три сценарії зміни індексів енергоспоживання та енергоефективності на період 2020–2024 рр.: реалістичний, песимістичний та оптимістичний варіанти. Доведено, що загальний низький рівень енергетичної ефективності в Україні пов'язаний, перш за все, із застарілістю основних фондів і технологій, кризовим станом економіки в цілому та неефективною державною енергетичною політикою. Доведено, що саме постійний моніторинг індикативних показників енергозбереження та енергоефективності на різних ієрархічних рівнях економіки дозволить здійснювати оптимальні управлінські рішення щодо розвитку енергетики, контролю за витратами енергоресурсів, своєчасного запобігання виникненню кризових ситуацій. Перспективою подальших досліджень є побудова моделі соціальної поведінки агентів на засадах соціабельності (мікросередовище) та ступеня різноманітності елементів (макросередовище), а також моделі екосистеми агентів з питань енергозбереження на засадах концепції «хижак – жертва».

Ключові слова: енергоспоживання, енергоефективність, енергетична стратегія, розвиток, індекс.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-6-174-180>

Рис.: 3. **Табл.:** 3. **Формул.:** 1. **Бібл.:** 12.

Гільорме Тетяна Вікторівна – кандидат економічних наук, доцент, провідний науковий співробітник НДІ енергетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

E-mail: gillyorme@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9598-6532>

SPIN: <http://elibrary.ru/4766-6163>

УДК 338.2:339.97
JEL: E27; O13; Q01; Q43; Q47; Q48

Гільорме Т. В. Оценка эффективности использования энергетических ресурсов на основе концепции устойчивого развития

Целью статьи является оценка эффективности использования энергетических ресурсов на национальном уровне. Согласно проведенному анализу политики различных государств в сфере энергетики можно выделить модели построения энергетического сектора страны: национально-монопольная и национально-конкурентная. Рассмотрены показатели уровня энергопотребления и энергоэффективности, функционально связанные с основным показателем экономического развития страны – производством валового внутреннего продукта на душу населения. Рассчитаны индексы энергопотребления и энергоэффективности в Украине за 2007–2019 гг. Выполненный прогноз изменения индекса энергопотребления на душу населения и эффективности использования энергоресурсов на основе экспоненциального сглаживания свидетельствует об эффективности выбранной Энергетической стратегии Украины. При этом использованы возможности MS Excel пакета «forecast sheet», что позволило построить три сценария изменения индексов энергопотребления и энергоэффективности на период 2020–2024 гг.: реалистичный, песимистичный и оптимистичный варианты. Доказано, что общий низкий уровень энергетической эффективности в Украине связан, прежде всего, с изношенностью основных фондов и технологий, кризисным состоянием экономики в целом и неэффективной государственной энергетической политикой. Доказано, что постоянный мониторинг индикативных показателей энергосбережения и энергоэффективности на различных иерархических уровнях экономики позволит осуществлять оптимальные управленческие решения по развитию энергетики, контролю за расходами энергоресурсов, своевременному предотвращению возникновения кризисных ситуаций. Перспективой дальнейших исследований является построение модели социального поведения агентов на основе социабельности (микросреда) и степени разнообразия элементов (макросреда), а также модели экосистемы агентов по вопросам энергосбережения на основе концепции «хищник – жертва».

Ключевые слова: энергопотребление, энергоэффективность, энергетическая стратегия, развитие, индекс.

Рис.: 3. **Табл.:** 3. **Формул.:** 1. **Библ.:** 12.

Гільорме Тетяна Вікторівна – кандидат економічних наук, доцент, ведучий науковий співробітник НДІ енергетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

E-mail: gillyorme@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9598-6532>

SPIN: <http://elibrary.ru/4766-6163>

UDC 338.2:339.97
JEL: E27; O13; Q01; Q43; Q47; Q48

Hilorme T. V. Assessing the Efficiency of Use of Energy Resources Based on the Conception of Sustainable Development

The article is aimed at assessing the efficiency of use of energy resources at the national level. According to the carried out analysis of the policy of various countries in the energy sector, it is possible to allocate the following models of building up the country's energy sector: national-monopoly and national-competitive. The indicators of energy consumption and energy efficiency, functionally related to the main indicator of the country's economic development – the production

of gross domestic product per capita – are considered. The energy consumption and energy efficiency indexes in Ukraine for 2007–2019 are calculated. The accomplished forecast of changes in the per capita energy consumption index and the efficiency of use of energy resources based on exponential smoothing demonstrates the effectiveness of the chosen Energy Strategy of Ukraine. This makes use of the MS Excel «forecast sheet» package, allowing to build up three scenarios of changes in energy consumption and energy efficiency indices for the period of 2020–2024: realistic, pessimistic and optimistic variants. It is proved that the general low level of energy efficiency in Ukraine is primarily related to the deterioration of fixed assets and technologies, the crisis status of the economy as a whole and an inefficient energy policy of the State. It is proved that constant monitoring of the indicative indicators of energy saving and energy efficiency at various hierarchical levels of the economy will allow to implement optimal managerial decisions on energy development, control of energy costs, timely prevention of occurrence of crisis situations. Prospect for further research is to build up a model of social behavior of agents based on sociability (micro-environment) and the degree of diversity of elements (macro-environment), as well as the model of the ecosystem of agents for energy saving issues on the basis of the conception of «predator-prey».

Keywords: energy consumption, energy efficiency, energy strategy, development, index.

Fig.: 3. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 1. **Bibl.:** 12.

Hilorme Tetiana V. – PhD (Economics), Associate Professor, Leading Researcher of the Scientific Research Institute of Power, Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine)

E-mail: gillyorme@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9598-6532>

SPIN: <http://elibrary.ru/4766-6163>

Незворотне вичерпання світових вуглеводневих запасів, зростаюча ціна на енергоносії, проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища змушують більшість розвинених країн формувати свої енергетичні стратегії, спрямовані на розвиток альтернативної енергетики. Не винятком є і Україна, яка задовольняє власні потреби в енергоресурсах на рівні 50%, тобто всі інші ресурси доводиться імпортувати [1–3].

Енергоефективність та застосування відновлювальних джерел енергії стають визначальними напрямками енергетичного переходу України. Значний прогрес у покращенні ефективного використання енергії дозволить суттєво зменшити потреби у виробництві додаткових обсягів енергоресурсів, необхідних для прогнозованого зростання ВВП і покращення добробуту громадян [11].

Аналіз політики різних держав у сфері енергетики дозволяє виокремити моделі побудови енергетичного сектора країни.

Національно-монопольна модель – характерна для держав, що володіють значною кількістю ресурсів [4]. Перша та головна особливість – це ставлення до енергетичної політики як до окремого економічного сегмента, підвладного тільки державі. Закритий характер енергетичної галузі для незалежних внутрішніх і зовнішніх суб'єктів. Частка держсектора в паливно-енергетичному комплексі складає більше 65%, що вказує на тенденції до монопольного володіння ресурсами країни [5].

Окрім цього, для країн цієї моделі характерне активне використання ресурсів у зовнішній політиці як одного з головних аспектів взаємодії з іншими країнами [6]. При цьому енергетика розглядається як базова модель економіки в цілому або як ресурсна база для її розвитку.

Дана модель найбільше використовується на пострадянському просторі, у таких країнах, як Азербайджан, Російська Федерація, Туркменістан, Таджикистан. Україну теж можна віднести до даної моделі.

Формування другої моделі – *національно-конкурентної* – розпочалося в 1980–1990 рр., коли в західних країнах, США, Новій Зеландії пройшов ряд реформ електроенергетики та газової промисловості. До початку реформ у цих країнах енергетика розглядалась як діяльність, підконтрольна державному урядуванню, але після ліберальної доктрини, що розглядала зменшення державного втручання в усі сектори економіки, держава припинила врегулювання цін вибірників, приватизації та розділення видів діяльності, даючи великим компаніям право вибору постачальника.

На початкових етапах лібералізація мала позитивні результати – підвищилася конкуренція серед виробників, що привело до скорочення витрат виробництва та зниження цін на енергоресурси [7]. Але в подальшому реформи призвели до негативних результатів і розвитку кризових явищ в енергетиці. У США резерви потужності знизилися на 20% і продовжують невпинно падати [8]. Отже, короткострокові позитивні зміни призвели в результаті до затяжних кризових явищ.

Таким чином, упровадження національно-конкурентної моделі енергетичної політики не в силах вирішити одну з головних проблем – залучення інвестицій та підвищення ефективності та надійності енергопостачання споживачів [9].

Відаючи належне науковому доробку та практичній значущості отриманих результатів, слід зазначити, що залишаються недостатньо дослідженими питання прогнозування енергоспоживання на різних ієрархічних економічних рівнях з метою розробки енергетичної стратегії.

Метою роботи є оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів на національному рівні.

Важливою складовою сучасної економіки є потужна енергетика, розвиток якої щільно пов'язаний з науково-технічним прогресом. Енергетичні ресурси

в поєднанні з машинними системами забезпечують технологічне оновлення виробництва, комунікацій, усіх сфер життєдіяльності суспільства, стаючи домінантою економічного зростання та національної безпеки країни.

Для оцінювання та порівняльного аналізу розвитку енергетики міжнародна статистика використовує такі індикатори, як:

- ✦ енергоспоживання на душу населення (I_c);
- ✦ ефективність використання енергоресурсів (I_e).

Показники рівня енергоспоживання та енергетичної ефективності функціонально пов'язані з основним показником економічного розвитку країни – виробництвом валового внутрішнього продукту на душу населення:

$$I_p = \frac{ВВП}{Ч_{нас}} = I_c \times I_e = \frac{E_c}{Ч_{нас}} \times \frac{ВВП}{E_c}, \quad (1)$$

де $I_p = \frac{ВВП}{Ч_{нас}}$ – індекс рівня економічного розвитку країни, млн грн/тис. осіб;

$I_c = \frac{E_c}{Ч_{нас}}$ – індекс енергоспоживання, млн т нафтового еквівалента/тис. осіб;

$I_e = \frac{ВВП}{E_c}$ – індекс енергетичної ефективності, млн грн/млн т нафтового еквівалента;

$ВВП$ – валовий внутрішній продукт, млн грн;

$Ч_{нас}$ – чисельність населення, тис. осіб;

E_c – енергоспоживання, млн т нафтового еквівалента.

Внесок кожного з цих факторів в економічний розвиток країни залежить від обраної нею стратегії її енергоспоживання, забезпеченості власними енергоресурсами, цін на енергоносії, природничого та інших факторів. Незважаючи на специфіку національних економік, зокрема галузевих структур, існують спільні тенденції у співвідношенні динаміки показників енергетичної компоненти.

Здійснимо аналіз динаміки енергоспоживання та енергоефективності в Україні за 2007–2019 рр. у поточних (фактичних) і порівняльних (цінах 2007 р.) цінах (табл. 1).

Наступним етапом є розрахунок індексів енергоспоживання та енергоефективності (табл. 2).

Значення показників енергоефективності та рівня економічного розвитку країни в порівняльних цінах дають дещо гірший результат, ніж показники, що розраховані в поточних цінах відповідного року (рис. 1).

Загальний низький рівень енергетичної ефективності в Україні пов'язаний, перш за все, із застарілістю основних фондів і технологій, кризовим станом економіки в цілому та неефективною державною

енергетичною політикою. За 2007–2019 рр. темпи скорочення ВВП значно випереджали темпи скорочення сумарного енергоспоживання, що спричинило зниження енергетичної ефективності на 17,2%.

На основі результатів аналізу було розроблено прогноз енергоспоживання та енергоефективності на наступні 5 років (табл. 3). Прогноз здійснювався на основі можливостей MS Excel пакета «forecast sheet».

Для наочності отриманих результатів побудуємо графіки прогнозу відповідних індексів (рис. 2, рис. 3).

Відповідно до отриманих результатів можна здійснити висновки. Індекс енергоспоживання на душу населення за прогнозований період (2020–2024 рр.) буде зменшуватися за розглянутими сценаріями: реалістичний варіант на 0,214; песимістичний варіант на 0,221; оптимістичний варіант на 0,228. Середня зміна цього індексу буде знаходитися у діапазоні: $\Delta I_c \in 0, 221$.

Індекс ефективності використання енергоресурсів на душу населення за прогнозований період (2020–2024 рр.) буде збільшуватися за розглянутими сценаріями: реалістичний варіант – на 35,372; песимістичний варіант – на 14,975; оптимістичний варіант – на 55,77. Середня зміна цього індексу буде знаходитися в діапазоні: $\Delta I_e \in 68, 937$.

ВИСНОВКИ

Таким чином, зростання економії кінцевої енергії знижує обсяг економії в процесах виробництва та передачі електричної та теплової енергії порівняно з базовими рівнями. Зроблений прогноз зміни індексу енергоспоживання на душу населення та ефективності використання енергоресурсів на основі експоненціального згладжування свідчить про ефективність обраної Енергетичної стратегії України. Для прийняття оптимальних управлінських рішень щодо розвитку енергетики, контролю за витратами енергоресурсів, своєчасного запобігання виникненню кризових ситуацій потрібна відповідна інформаційна база, постійний моніторинг індикативних показників енергозбереження та енергоефективності на різних ієрархічних рівнях економіки.

При цьому вкрай важливо здійснювати реорганізацію застарілих основних фондів у сфері традиційної енергетики, збільшення питомої ваги використання нетрадиційних джерел енергії, розширення комунікаційної підтримки впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій у межах групової комунікаційної взаємодії енергогенеруючих, енергорозподільчих та енергоспоживаючих груп (промислові об'єкти, об'єднання співвласників багатоквартирних будинків – ОСББ та ін.).

Перспективою подальших досліджень є побудова моделі соціальної поведінки агентів на засадах соціабельності (мікросередовище) та ступеня різноманітності елементів (макросередовище), а також мо-

Таблиця 1

Статистичні дані оцінки енергоспоживання та енергоефективності в Україні за 2007–2019 рр.

Рік	ВВП, млн грн	Населення, тис. осіб		Енергоспоживання, млн т нафтового еквівалента
		у цінах 2007 р.	у поточних цінах	
2007	720731	71290	46646	85955
2008	737336	94810	46372,7	83283
2009	628516	91470	46143,7	67553
2010	654598	108260	45962,9	74004
2011	688596	130210	45778,5	75852
2012	689970	1304064	45633,6	73107
2013	689646	1410609	45553	69557
2014	115591	1365123	45426,2	61460
2015	936304	2034430	42929,3	50831
2016	1646791	2383182	42760,5	51645
2017	1372143	2982920	42403	49911
2018	1637004	3558706	42153,2	51171
2019	1828299	3974564	41902,4	52360

Джерело: побудовано на основі [10; 12].

Таблиця 2

Індекси енергоспоживання та енергоефективності в Україні за 2007–2019 рр.

Рік	Порівняльні ціни			Поточні ціни			Різниця між індексами	
	I_p^{2007}	I_c^{2007}	I_e^{2007}	I_p^n	I_c^n	I_e^n	ΔI_p	ΔI_e
2007	15,451	1,84	8,385	1,528	1,84	0,829	13,923	7,556
2008	15,900	1,79	8,853	2,045	1,79	1,138	13,855	7,715
2009	13,621	1,46	9,304	1,982	1,46	1,354	11,639	7,95
2010	14,242	1,61	8,845	2,355	1,61	1,463	11,887	7,382
2011	15,042	1,66	9,078	2,844	1,66	1,717	12,198	7,361
2012	15,120	1,60	9,438	28,577	1,60	17,838	-13,457	-8,4
2013	15,139	1,53	9,915	30,966	1,53	20,280	-15,827	-10,365
2014	2,545	1,35	1,881	30,051	1,35	22,212	-27,506	-20,331
2015	21,810	1,18	18,420	47,390	1,18	40,023	-25,58	-21,603
2016	38,512	1,21	31,887	55,733	1,21	46,145	-17,221	-14,258
2017	32,360	1,177	27,492	70,347	1,18	59,765	-37,987	-32,273
2018	38,835	1,214	31,991	84,423	1,21	69,545	-45,589	-37,555
2019	43,632	1,250	34,918	94,853	1,25	75,908	-51,221	-40,991

Джерело: авторські розрахунки.

делі екосистеми агентів з питань енергозбереження на засадах концепції «хижак – жертва».

ЛІТЕРАТУРА

1. Gil'orme T., Ryzhyk Y., Yaresko A. Formation of the Mechanism of Energy Efficiency Management on the Basis of 'Predator-Prey' Concept // Problems of development modern science: Theory and practice : Collection of scientific articles. EDEX, Madrid, España. 2016. P. 107–110.

2. Гільорме Т. В., Шачаніна Ю. К. Корпоративна соціальна звітність як домінанта інформаційного забезпечення управління підприємством. *Економіка і суспільство*. 2016. № 2. С. 672–677. URL: http://www.economyandsociety.in.ua/journal/2_ukr/120.pdf
3. Гільорме Т. В., Шачаніна Ю. К. Розвиток персоналу як об'єкт бухгалтерського обліку соціальної діяльності суб'єкта господарювання. *Економіка і фінанси*. 2017. № 6. С. 14–20. URL: http://ecofin.at.ua/maket_ehkonomika_i_finsy_06_2017.pdf

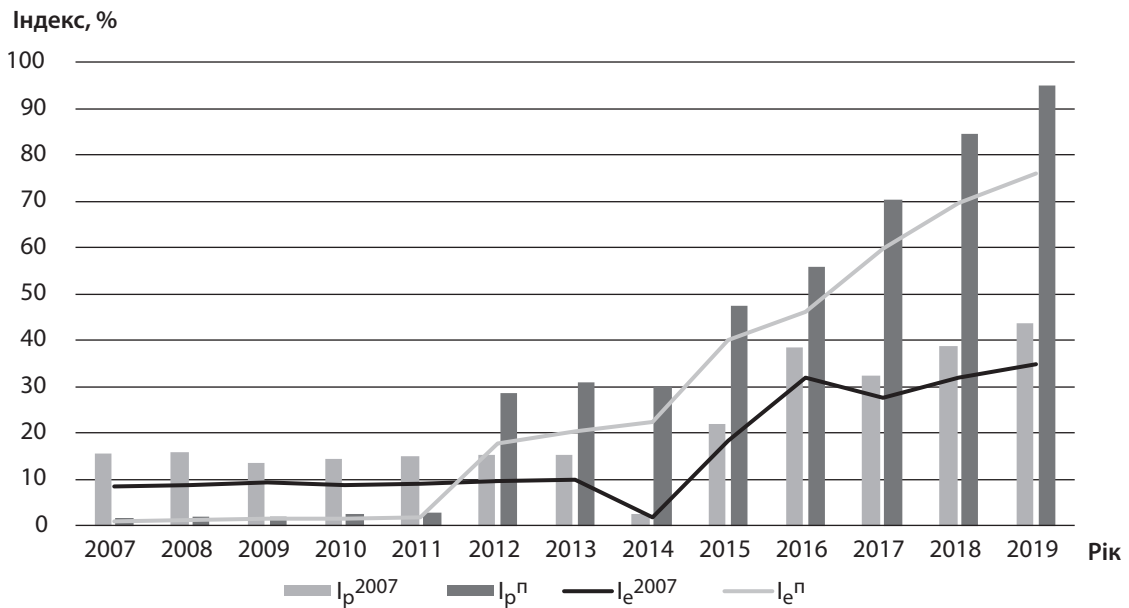


Рис. 1. Індекси енергоспоживання на душу населення та енергетичної ефективності в Україні за 2007–2019 рр.
Джерело: авторська розробка.

Таблиця 3

Прогноз індексів енергоспоживання та енергоефективності на основі експоненціального згладжування

Рік	Прогноз (реалістичний варіант)		Прив'язка низької ймовірності (песимістичний варіант)		Прив'язка високої ймовірності (оптимістичний варіант)	
	I_c	I_e	I_c	I_e	I_c	I_e
2020	1,079	77,816	0,861	59,608	1,297	96,024
2021	1,024	84,591	0,804	65,819	1,243	103,364
2022	0,969	91,367	0,747	72,041	1,190	110,692
2023	0,913	98,142	0,690	78,275	1,137	118,009
2024	0,858	104,917	0,633	84,520	1,083	125,315

Джерело: авторські розрахунки.

- Hosseini S. E., Wahid M. A. Hydrogen production from renewable and sustainable energy resources: Promising green energy carrier for clean development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 57. P. 850–866. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.112>
- Li M. J., Tao W. Q. Review of methodologies and policies for evaluation of energy efficiency in high energy-consuming industry. *Applied Energy*. 2017. Vol. 187. P. 203–215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.039>
- Liang X. Emerging power quality challenges due to integration of renewable energy sources. *IEEE Transactions on Industry Applications*. 2017. Vol. 53. Issue 2. P. 855–866. DOI: 10.1109/TIA.2016.2626253
- Moutinho V., Madaleno M., Robaina M. The economic and environmental efficiency assessment in EU cross-country: Evidence from DEA and quantile regression approach. *Ecological Indicators*. 2017. Vol. 78. P. 85–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.042>
- Pao H. T., Chen C. C. Decoupling strategies: CO2 emissions, energy resources, and economic growth in the

- Group of Twenty. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 206. P. 907–919. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.190>
- Ignotas A., Stasytyte V. Efficiency of Energy Consumption as a Base for Sustainable Energy Sector. *Business: theory and practice*. 2016. Vol. 17. Issue 2. P. 128–137. DOI: <https://doi.org/10.3846/btp.2016.602>
- Енергетичний баланс України / Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/ener/en_bal/arh_2012.htm
- Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. URL: https://menr.gov.ua/files/images/news_2020/02032020/Концепція%20зеленого%20енергетичного%20переходу.pdf
- Населення України / Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/2017/>

REFERENCES

“Enerhetychnyi balans Ukrainy” [Energy Balance of Ukraine]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/ener/en_bal/arh_2012.htm

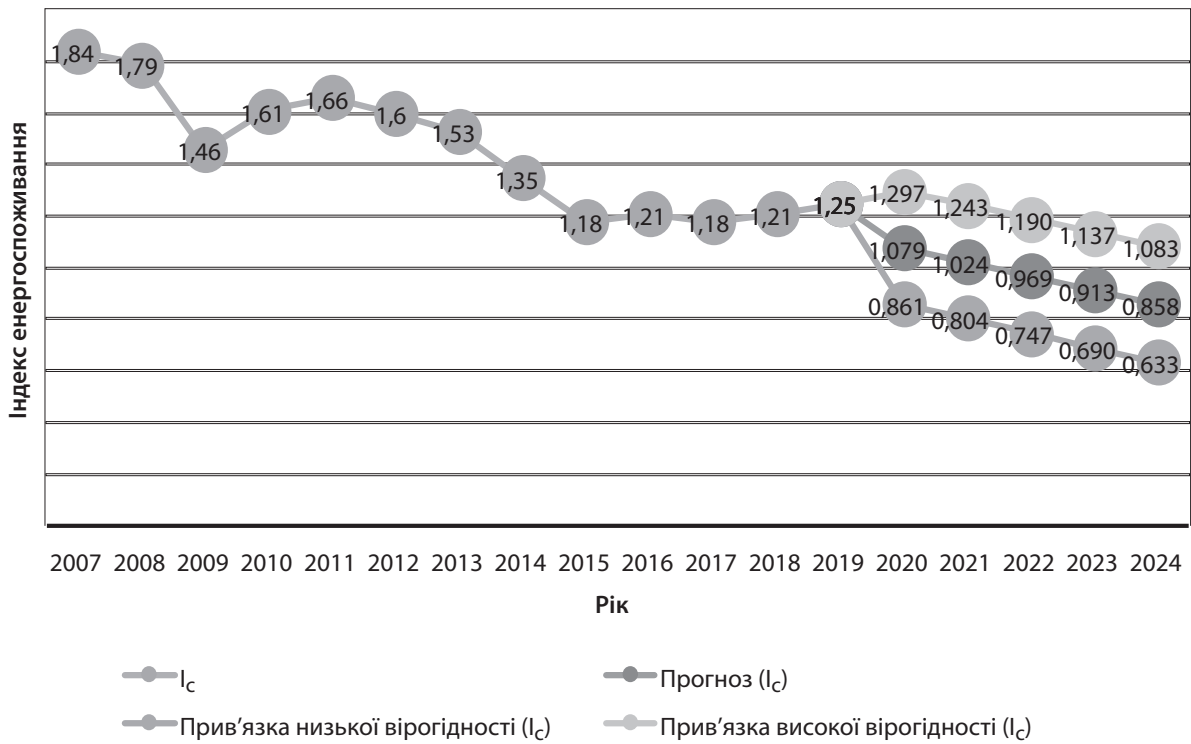


Рис. 2. Прогноз індексу енергоспоживання на душу населення на основі експоненціального згладжування в Україні

Джерело: авторська розробка.

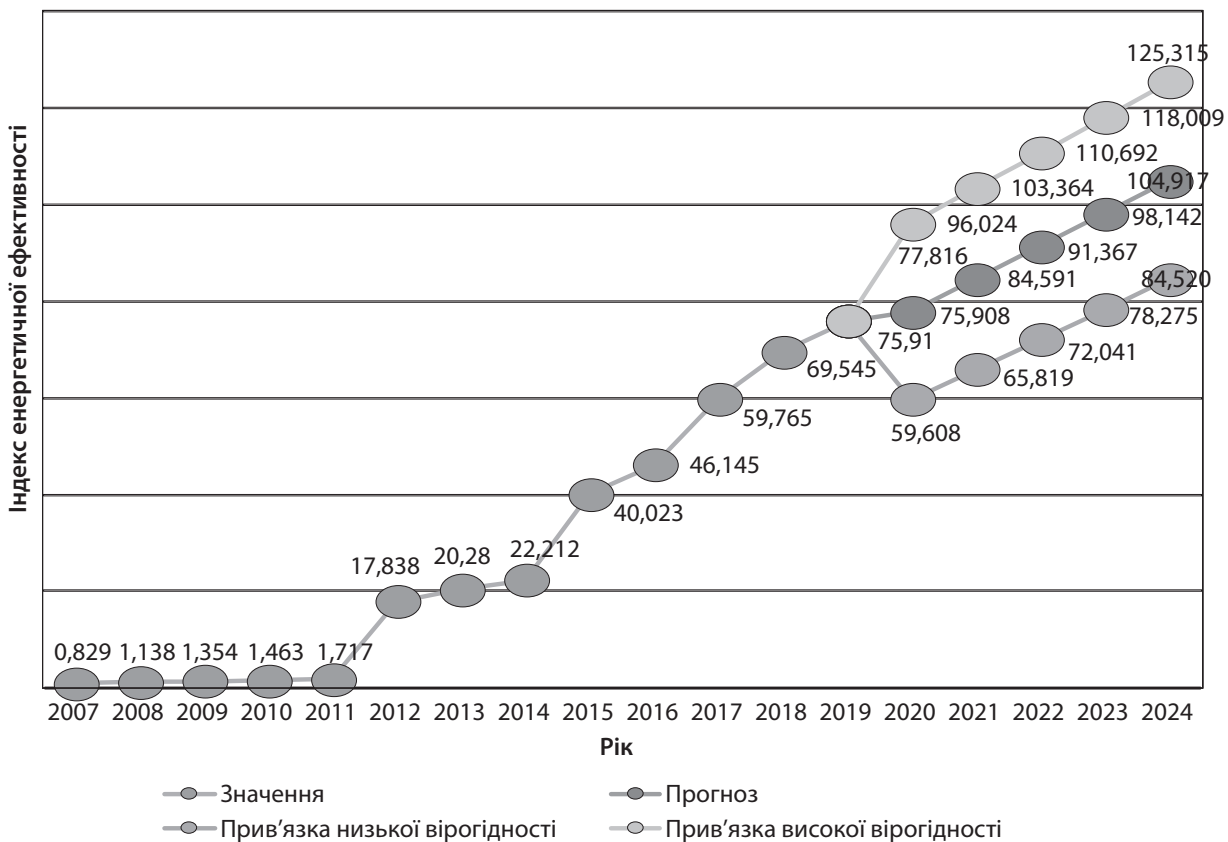


Рис. 3. Прогноз індексу ефективності використання енергоресурсів на основі експоненціального згладжування

Джерело: авторська розробка.

- Gil'orme, T., Ryzhyk, Y., and Yaresko, A. "Formation of the Mechanism of Energy Efficiency Management on the Basis of 'Predator-Prey' Concept". *Problems of development modern science: Theory and practice*. Madrid, Espana: EDEX, 2016. 107-110.
- Hilyorme, T. V., and Shachanina, Yu. K. "Korporatyvna sotsialna zvitnist yak dominanta informatsiinoho zabezpechennia upravlinnia pidpriemstvom" [Corporate Social Reporting as a Dominant of Information Support for Enterprise Management]. *Ekonomika i suspilstvo*. 2016. http://www.economyandsociety.in.ua/journal/2_ukr/120.pdf
- Hilyorme, T. V., and Shachanina, Yu. K. "Rozvytok personalu yak obiekt bukhholderskoho obliku sotsialnoi diialnosti subiekta hospodariuvannia" [Staff Development as an Object of Accounting of a Social Activity of the Entity]. *Ekonomika i finansy*. 2017. http://ecofin.at.ua/maket_ekonomika_i_finsny_06_2017.pdf
- Hosseini, S. E., and Wahid, M. A. "Hydrogen production from renewable and sustainable energy resources: Promising green energy carrier for clean development". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 57 (2016): 850-866.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.112>
- Ignotas, A., and Stasytyte, V. "Efficiency of Energy Consumption as a Base for Sustainable Energy Sector". *Business: theory and practice*, vol. 17, no. 2 (2016): 128-137.
DOI: <https://doi.org/10.3846/btp.2016.602>
- "Kontseptsiiia «zelenoho» enerhetychnoho perekhodu Ukrainy do 2050 roku" [The Concept of "Green" Energy Transition of Ukraine until 2050]. https://menr.gov.ua/files/images/news_2020/02032020/Концепція%20зеленого%20енергетичного%20переходу.pdf
- Li, M. J., and Tao, W. Q. "Review of methodologies and policies for evaluation of energy efficiency in high energy-consuming industry". *Applied Energy*, vol. 187 (2017): 203-215.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.039>
- Liang, X. "Emerging power quality challenges due to integration of renewable energy sources". *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 53, no. 2 (2017): 855-866.
DOI: 10.1109/TIA.2016.2626253
- Moutinho, V., Madaleno, M., and Robaina, M. "The economic and environmental efficiency assessment in EU cross-country: Evidence from DEA and quantile regression approach". *Ecological Indicators*, vol. 78 (2017): 85-97.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.042>
- "Naselennia Ukrainy" [The Population of Ukraine]. Ministerstvo finansiv Ukrainy. <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/2017/>
- Pao, H. T., and Chen, C. C. "Decoupling strategies: CO2 emissions, energy resources, and economic growth in the Group of Twenty". *Journal of Cleaner Production*, vol. 206 (2019): 907-919.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.190>