

<https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.02>

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Аналітична доповідь

Київ 2021

УДК 620.9.001.18 (477)+351.746.1:005
В93

Електронну версію видання розміщено на: <http://www.niss.gov.ua>

*За повного або часткового відтворення матеріалів цієї публікації
посилання на видання є обов'язковим*

Авторський колектив:

О. М. Суходоля, завідувач відділу критичної інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки центру безпекових досліджень НІСД, д-р наук з держ. упр., професор; Ю. М. Харазішвілі, головний науковий співробітник відділу критичної інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки центру безпекових досліджень НІСД, д-р екон. наук, с. н. с.; Д. Г. Бобро, провідний науковий співробітник відділу критичної інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки центру безпекових досліджень НІСД, канд. фіз.-мат. наук; Г. Л. Рябцев, головний науковий співробітник відділу критичної інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки центру безпекових досліджень НІСД, д-р наук з держ. упр., професор; С. П. Завгородня, старший науковий співробітник відділу критичної інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки центру безпекових досліджень НІСД, канд. наук з держ. упр.

За редакцією О. М. Суходолі

О93 **Визначення** рівня енергетичної безпеки України: аналіт. доп. / [Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П.]; за заг. ред. О. М. Суходолі. Київ : НІСД, 2021. 71 с.

В аналітичній доповіді визначено сферу й предмет енергетичної безпеки з точки зору системного підходу. Наведено методiku визначення, сформовано набір індикаторів оцінки рівня енергетичної безпеки, їх цільові та порогові значення. Проведено розрахунки рівня енергетичної безпеки станом на 2020 рік. Надано рекомендації органам виконавчої влади щодо застосування методології оцінки рівня енергетичної безпеки оцінювання загроз у системі забезпечення енергетичної й національної безпеки.

Розраховано на експертів, науковців, фахівців у галузях енергетики, економіки, національної безпеки, суб'єктів владних повноважень, суб'єктів енергетичних ринків, представників громадських організацій, а також усіх, хто цікавиться проблематикою енергетичної безпеки. Дослідження стане у нагоді під час формування енергетичної політики, стратегічного планування у сфері енергетичної безпеки, обґрунтованого вибору інструментів політики, спрямованих на реалізацію національних інтересів України.

УДК 620.9.001.18 (477)+351.746.1:005

© НІСД, 2021

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Енергетична безпека як об'єкт управління.....	5
Методологія визначення рівня енергетичної безпеки України	8
Система індикаторів визначення рівня енергетичної безпеки України	16
Результати визначення рівня енергетичної безпеки України	56
Висновки	64
Список літератури.....	66
Додаток. Параметри індикаторів визначення рівня енергетичної безпеки України.....	68

ВСТУП

Для виокремлення енергетичної безпеки як об'єкта управління та оцінки управлінських впливів на зміну параметрів цього об'єкта необхідно врахування різних аспектів організації енергозабезпечення потреб країни, що прямо чи опосередковано впливають на функціонування паливно-енергетичного комплексу та планування його розвитку на довгострокову перспективу.

Дослідження пропонує інструментарій визначення рівня енергетичної безпеки України як об'єкта управління. Подальшого розвитку набуло застосування системного підходу до ідентифікації чинників впливу на стан енергетичної безпеки, вибору параметрів опису та групування параметрів оцінки стану енергетичної безпеки відповідно визначень стратегією енергетичної безпеки, стратегічними цілями державної політики у цій сфері. Представлено методологію визначення рівня енергетичної безпеки та оцінку рівня енергетичної безпеки України за даними 2020 року.

У першому розділі проаналізовано основні існуючі підходи до опису енергетичної безпеки як об'єкта управління, виділено проблеми та недоліки їх застосування, наведено переваги та доцільність застосування системного підходу до виділення параметрів оцінки стану об'єкта. Зокрема пропонується формалізувати опис енергетичної безпеки через виділення параметрів, що відтворюють не лише традиційні складові частини (елементи, зв'язки, структуру), але й процесуальні його складники (функції та процеси). Таке подання дозволяє оцінити безпеку як стан захищеності й спроможності системи адаптуватися до нових викликів, визначати необхідні управлінські рішення для нейтралізації та запобігання виникненню нових загроз.

У другому розділі дослідження представлено методологію оцінки стану об'єкта управління. Досліджено інтегровану багатofакторну модель оцінювання енергетичної безпеки через визначення структурних елементів та їх параметрів оцінювання з наступним інтегральним визначенням рівня безпеки порівняно з інтегральними пороговими значеннями. У розділі запропоновано підходи до обґрунтування вектору граничних значень індикаторів, вибору форми інтегрального індексу, нормування індикаторів, визначення вагових коефіцієнтів та вектора порогових значень складових частин індикаторів та інтегрального індексу енергетичної безпеки.

У третьому розділі дослідження розглянуто детальний опис обраних параметрів оцінювання рівня енергетичної безпеки, розрахунок динаміки зазначених параметрів протягом 2000–2020 рр., визначення межі вектора порогових значень складових частин індикаторів та інтегрального індексу енергетичної безпеки.

У четвертому розділі досліджено результати розрахунків рівня енергетичної безпеки України станом на кінець 2020 року. Наведено динаміку складових частин індикаторів та інтегрального індексу енергетичної безпеки України.

На думку авторів доповіді, висвітлені у ній наукові й практичні результати будуть корисні під час формування й реалізації енергетичної політики України, стратегічного планування у сфері енергетичної безпеки, обґрунтованого вибору інструментів політики, спрямованих на реалізацію національних інтересів України.

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА ЯК ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ

Складність опису енергетичної безпеки полягає в тому, що його виокремлення як об'єкта управління потребує врахування різних аспектів життєдіяльності країни. При цьому актуальність тих чи тих «важливих характеристик» визначається дослідником з точки зору його поточних знань та технологічного розвитку, політичних уподобань та безпекової ситуації. Це є однією з причин, що наразі не існує єдиного методологічного підходу до виділення та опису сфери енергетичної безпеки.

Загалом опис енергетичної безпеки як об'єкта управління здійснюється через набори параметрів, що характеризують основні його властивості. Набори можуть групуватись на основі «практичної потреби» суб'єкта управління. У такий спосіб найчастіше отримують групи параметрів опису енергетичної безпеки: ресурсні, економічні, технологічні, екологічні, соціальні, управлінські тощо. [1–9].

Для уникнення помилкового вибору параметрів дослідник /управлінець спирається на узагальнення напрацювань інших дослідників у цій сфері. Найбільшого поширення щодо опису енергетичної безпеки набув підхід, використаний у дослідженні Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC). [8]. Пропонується виокремити чотири аспекти, які варто досліджувати з точки зору їх впливу на енергетичну безпеку, а саме: ресурсну достатність; технічну надійність; економічну вигідність; екологічну прийнятність. Цей підхід («4 A's» – availability, accessibility, affordability, acceptability) набув широкої популярності та став своєрідною моделлю формування набору з чотирьох груп параметрів для аналізу енергетичної безпеки. Пізніше у контексті описання енергетичної безпеки почали враховувати викиди парникових газів і використання відновлюваних джерел енергії.

Такий підхід, з часом, спричинює суттєве розширення набору «важливих» параметрів. Зокрема аналіз публікацій з питань енергетичної безпеки за період 1971–2016 рр. [9], визнає за доцільне при описуванні енергетичної безпеки виділити 15 груп параметрів за такими напрямками: наявність; диверсифікованість; ціна; технологія та ефективність; локалізація; часовий проміжок; стійкість; навколишнє середовище; здоров'я; культура; доступ до інформації; зайнятість; державна політика; військовий вимір; кібербезпека,

Водночас постійне розширення набору параметрів для оцінки енергетичної безпеки призводить до виникнення тенденції до звуження сфери уваги, обмеження предмета дослідження окремими підсистемами, що зумовлює необхідність скорочення та фіксації окремого набору параметрів, які беруться до уваги.

У країнах з високим рівнем зрілості ринкової економіки об'єкт дослідження (сфера енергетичної безпеки) обмежується сферою економічного регулювання процесів фізичної наявності первинних енергетичних ресурсів, надійності технологічного обладнання та ефективності економічних моделей організації енергетичних ринків. Саме таке розуміння відтворюється у багатьох визначеннях терміну «енергетична безпека». Класичним проявом цього є визначення енергетичної безпеки, надане Міжнародним енергетичним агентством (МЕА) як «безперервна доступність джерел енергії за прийнятною ціною» («the uninterrupted availability of energy sources at an affordable price»).¹ Таким визначенням МЕА

¹ International Energy Agency. URL : <https://www.iea.org/areas-of-work/energy-security>

акцентує увагу лише на таких окремих параметрах, як фізична наявність ресурсів, безперервність їх постачання та економічна доступність.

Водночас таке визначення межі об'єкта управління є досить специфічним та придатним переважно для застосування в країнах з усталеною моделлю демократичного врядування, зрілою ринковою економікою та лише в стабільній ситуації на енергетичних ринках. На наше переконання, такий підхід, хоча і є логічним, але не враховує вплив політичних рішень на функціонування енергетичних ринків, які не завжди відповідають економічній логіці.

Іншим підходом до обмеження набору параметрів, які необхідно брати до уваги при аналізі впливу на енергетичну безпеку, є підхід, заснований на оцінці загроз / ризиків енергетичній безпеці. Так, з точки зору оцінки енергетичної безпеки, пропонується розглядати лише процес забезпечення стабільності енергопостачання, таким чином звужуючи трактування енергетичної безпеки до «безперервності енергопостачання відповідно до потреб». [10]. Решту аспектів (наприклад, економічну, екологічну чи соціальну складові частини) пропонувалося віднести до категорії загроз та, відповідно, надалі оперувати ними в логіці управління ризиками, виокремлюючи джерела ризику (технічні, людські, природні загрози) та рівень їх передбачуваності (передбачувані, імовірні, важко передбачувані та невідомі).

З логікою звуження предмета аналізу у сфері енергетичної безпеки збігається й підхід щодо спрощення аналізу рівня енергетичної безпеки у спосіб оцінки загроз та забезпечення безпеки «важливих енергетичних систем» (vital energy systems), оскільки саме ці системи поєднані одним процесом «потоків енергії» (енергетичні ресурси, технології та споживачі) та забезпечують критичні функції суспільства / країни. [11, 12].

Водночас тенденція до звуження сфери уваги чи предмета регулювання у сфері енергетичної безпеки не може вважатись аргументованою для країн з перехідною економікою. У таких країнах рішення щодо моделей функціонування енергетичних ринків, пріоритетів розвитку державних енергетичних компаній (що зазвичай займають значну частку ринку) та принципів забезпечення енергетичної безпеки приймають, виходячи з пріоритету забезпечення електоральних симпатій. Відтак енергетична політика таких країн часто базується на логіці популізму та спрямована як на досягнення короткострокових політичних цілей, так і на забезпечення можливостей для «рентної експлуатації» енергетики провладними групами впливу. У результаті цілі сектори енергетики стають джерелом підтримання «державного соціального патерналізму», примушуючи державні компанії працювати собі у збиток. [13, 14].

Енергетична безпека є також важливим чинником забезпечення державного суверенітету та незалежності країни. Цей аспект став особливо актуальним для України ще з 2006 р. А з 2014 р. вплив на енергетичну політику країни, перешкоджання роботі систем енергозабезпечення і, як наслідок, порушення сталих умов життєдіяльності населення є одними з найважливіших інструментів гібридної агресії РФ проти України. [15].

Відтак постає завдання збалансувати об'єктивну змінність потрібного набору параметрів для адекватної оцінки енергетичної безпеки відповідно до зміни зовнішнього середовища (технологічний та економічний розвиток, зміна геополітичних, кліматичних умов, специфіка функціонування енергетики країни

тощо) із формуванням сталого методологічного підходу до їх вибору, виходячи із практичних потреб дослідника (країни, галузі тощо).

Таким методологічним підходом до уніфікації процесів оцінки та стратегування у сфері енергетичної безпеки є використання системного підходу до виокремлення сфери та предмета дослідження (об'єкта управління). **Системний підхід** дає змогу описати енергетичну безпеку як об'єкт управління через виокремлення в ньому таких блоків [16]:

- система як ціле, що визначає її ціннісні характеристики, роль у більшій системі (інтегрованість у неї, рівень суб'єктності);

- елементи та зв'язки системи, що характеризують інституційну та організаційну визначеність, а також забезпеченість ресурсами (правовими, фінансовими, матеріальними, інформаційними, людськими тощо);

- функції й ролі у системі, що регламентує завдання її елементів, їх відповідність установленим вимогам і спроможність надавати цільові послуги;

- процеси системи (виробничі, управлінські, сервісні, трансформаційні), що визначають її керованість, узгодженість дій, їх результативність та ефективність;

- матеріал системи, що визначає якісні характеристики системи, її елементів, зв'язків, процесів.

Системний підхід дозволяє узгодити підходи до **розуміння енергетичної безпеки як спроможності й стану захищеності системи**. [1, 16–18]. Так, стан системи відобразатиметься параметрами, що описують цілісне сприйняття системи «зовнішнім» (відносно системи) спостерігачем. У випадках, коли зовнішні суб'єкти не цікавляться процесами, які відбуваються всередині нашої системи², система оцінюється за набором параметрів, які характеризуватимуть її у взаємозв'язках із зовнішнім середовищем. Фактично така група параметрів відтворюватиме традиційний підхід до оцінювання енергетичної безпеки як статичного об'єкта управління.

Спроможність системи відобразатиметься у групах параметрів, які описують функції та процеси системи. Ці групи параметрів описують взаємодію між елементами системи, динаміку реагування на ті чи ті чинники (внутрішні та зовнішні впливи) у рамках формальної структури системи, відповідність функцій / процесів проєктованим завданням системи. Ці складові частини системи мають бути предметом особливої уваги суб'єкта управління, оскільки розкриватимуть закономірності життєдіяльності системи та вказуватимуть на предмет його управлінських рішень та їх адекватність.

² Якщо метою зовнішніх суб'єктів не є руйнування системи чи перехоплення управління нею.

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

У цій роботі автори дослідження вважають, що енергетичну безпеку варто безпосередньо віднести до сфер, які реалізують один із фундаментальних національних інтересів – сталий розвиток національної економіки, суспільства і держави для забезпечення зростання рівня та якості життя населення. [1, 17–19].

Зокрема розроблення моделі оцінювання стану енергетичної безпеки виходить із визначення енергетичної безпеки як *«спроможності технічно надійним, економічно ефективним та екологічно прийнятним способом задовольняти потреби суспільства в енергоресурсах, забезпечувати стає функціонування національної економіки у нормальних і кризових умовах, захищати суверенітет держави у формуванні та здійсненні політики захисту національних інтересів»*. [1, с. 47].

Виходячи із зазначеного, енергетичну безпеку потрібно безпосередньо віднести до сфер національної безпеки, що забезпечують реалізацію одного із фундаментальних національних інтересів – сталого розвитку національної економіки, суспільства і держави для зростання рівня та якості життя населення. Водночас енергетична безпека бере участь й у забезпеченні інших національних інтересів – державного суверенітету та незалежності, інтеграції України у європейський енергетичний простір тощо.

Відповідно до цього визначення здійснювався подальший аналіз рівня енергетичної безпеки, описаного низкою складників, кожен з яких, своєю чергою, характеризується сукупністю властивостей (показників). Для вирішення завдання інтегрального визначення рівня енергетичної безпеки України застосовується універсальна методологія ідентифікації та стратегування, яка порівнює стан різних сфер та обґрунтовує стратегічні сценарії безпекового розвитку. [1]³. Щоб оцінити прогрес у досягненні встановлених цілей, використовуються *індикатори* – показники досягнення цільового стану. Такі показники можуть бути наскрізними і одночасно стосуватися різних особливостей системи.

Ідентифікація рівня безпеки передбачає інтегральне оцінювання порівняно з пороговими значеннями та залучає: наукове обґрунтування вектору граничних значень індикаторів, вибір форми інтегрального індексу (*мультиплікативна*), нормування індикаторів та порогових значень (*комбінований метод нормування*), визначення вагових коефіцієнтів (*динамічні за методами головних компонент та ковзної матриці*).

Встановлення меж безпечного існування є найважливішим етапом обчислення рівня безпеки. Системне дослідження проблеми енергетичної безпеки складається з вимірювання меж безпечних умов життєдіяльності системи. Тому для кожного індикатора визначається вектор граничних значень: нижнє критичне ($x_{кр}^н$), нижній поріг ($x_{пор}^н$), нижнє оптимальне ($x_{опт}^н$), верхнє оптимальне ($x_{опт}^с$), верхній поріг ($x_{пор}^с$), верхнє критичне ($x_{кр}^с$) (*рис. 1*). [19, с. 67–68]. Пара оптимальних значень характеризує *гомеостатичне плато*, в межах якого існують найкращі умови функціонування системи та від’ємній зворотній зв’язок.

³ За визначеною методологією було проведено розрахунки рівня енергетичної безпеки України за період 2000–2018 рр.

Визначення порогових значень досить тісно пов'язане з поняттям динамічної стійкості системи та окремих її складників або з механізмом гомеостазу – саморегуляції, здатності відкритої системи зберігати стійкість свого внутрішнього стану за допомогою скоординованих реакцій, спрямованих на підтримку динамічної рівноваги.

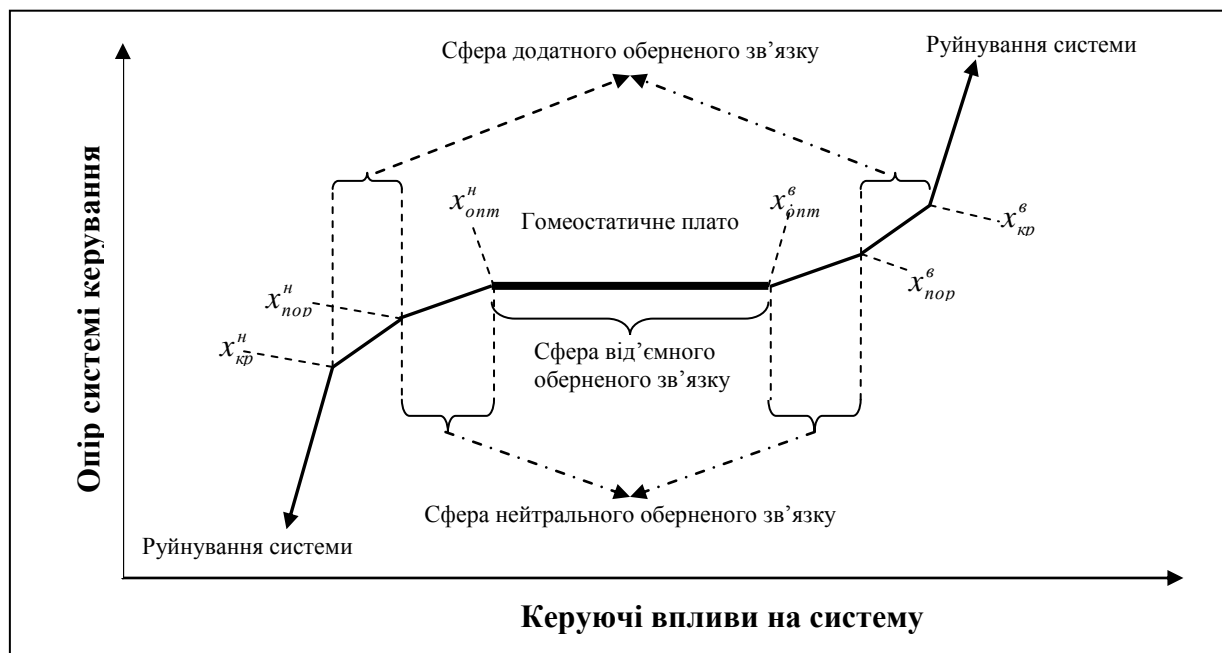


Рис. 1. Розширене гомеостатичне плато динамічної системи.

Серед низки методів визначення вектора порогових значень найбільш адекватними та доступними є методи макроекономічних моделей, які змістовно відтворюють наслідки впливу окремих факторів на стан об'єкта управління для умов конкретної країни у визначений період часу. За відсутності макромоделі найбільш доступним зі стохастичних методів є метод «t-критерію», який полягає у побудові для заданої вибірки функції щільності ймовірності та розрахунку статистичних характеристик: математичного очікування, середньоквадратичного відхилення та коефіцієнта асиметрії. [1].

З усього розмаїття видів функції щільності ймовірності для всіх індикаторів сталого розвитку можна виділити типи з характерним законом розподілу: *нормальним*, *логнормальним* та *експоненціальним*, для яких визначено формули розрахунку вектора граничних значень. [1, 17–19] (табл. 1).

Таблиця 1.

Формалізовані значення вектора граничних значень

Тип функцій щільності ймовірності індикаторів	Нижнє порогове значення	Нижнє оптимальне	Верхнє оптимальне	Верхнє порогове значення
Нормальний	$\mu - t \times \sigma$	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	$\mu + t \times \sigma$
Логнормальний (хвіст вправо)	$\mu - t \times \sigma / k_{as}$	$\mu - \sigma / k_{as}$	$\mu + \sigma$	$\mu + t \times \sigma$
Логнормальний (хвіст вліво)	$\mu - t \times \sigma$	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma / k_{as}$	$\mu + t \times \sigma / k_{as}$

Експоненціальний (хвіст вправо)	$\mu - \sigma / k_{as}$	μ	$\mu + \sigma$	$\mu + t \times \sigma$
Експоненціальний (хвіст вліво)	$\mu - t \times \sigma$	$\mu - \sigma$	μ	$\mu + \sigma / k_{as}$

Джерело : [1, 19]. Для критичних значень замість t застосовується $\pm 3\sigma$ або більше для коротких вибірок відповідно до таблиць розподілу Стюдента.

Для інтегрального оцінювання переважна більшість дослідників використовує так звану «адитивну функцію корисності» (лінійна згортка) у спосіб утворення суми окремих критеріїв, помножених на свої вагові коефіцієнти – «метод зважених сум»:

$$I_t = \sum_{i=1}^n a_i z_{i,t}, \quad a_i \geq 0 \quad i \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (1.1).$$

Однак цей підхід має суттєвий недолік, що полягає в можливості компенсувати рівень інтегрального показника за одними індикаторами за рахунок інших. Така форма допускає ситуацію значущості інтегрального показника при нульовому значенні одного або кількох індикаторів (завдяки застосуванню методу нормування за «розмахом варіації»), унеможливаючи тим самим дослідження впливу таких індикаторів на рівень безпеки. При значному відхиленні мінімальних значень індикаторів від «0» динаміка нормованого індикатора дедалі більше відхиляється від відображення динаміки вхідного індикатора, показуючи не динаміку самого індикатора, а динаміку зміни його діапазону.

З урахуванням нелінійності процесів у об'єкті дослідження найбільш адекватним вбачається використання мультиплікативної форми інтегрального індексу, пов'язаної з адитивною через логарифмічну функцію:

$$I_t = \prod_{i=1}^n z_{i,t}^{a_i}; \quad \sum a_i = 1; \quad a_i \geq 0. \quad (1.2).$$

Для моделювання складники інтегрального показника енергетичної безпеки повинні бути безрозмірними величинами, тоді як вихідні показники (індикатори), за якими і здійснюється оцінка рівня енергетичної безпеки, можуть мати різні розмірності. Тому всі вибрані індикатори приводяться до *нормованої безрозмірної величини*, отриманої одним із методів нормування.

Процедура нормування індикаторів та їх порогових значень є необхідним етапом розрахунку, оскільки різні індикатори мають різну розмірність. Більше того, вони можуть бути різноспрямованими: є індикатори, збільшення яких бажане (S – стимулятори), інші – зменшення яких бажане (D – дестимулятори).

Процедура нормування виконує дві основні функції: (1) переводить індикатори різних розмірностей у безрозмірні величини до діапазону [0, 1]; (2) уможливорює співставлення різноспрямованих індикаторів. Після нормування динаміка нормованих індикаторів має в точності відтворювати динаміку вихідних індикаторів у певному масштабі.

Найбільш застосовуваними методами є нормування «за еталонними значеннями»:

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{норм}}, \quad k_{норм} \geq x_{max}; \quad D: z_i = \frac{k_{норм}}{x_i}, \quad k_{норм} \leq x_{min}. \quad (1.3)$$

та «за розмахом варіації» з деякими модифікаціями:

$$S: z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}; \quad D: z_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}. \quad (1.4),$$

де x_i – поточне значення індикатора; $k_{\text{норм}}$ – нормуючий коефіцієнт; x_{\min} – мінімальне значення індикатора; x_{\max} – максимальне значення індикатора.

Автори цієї публікації також пропонують застосовувати «комбінований метод нормування», заснований на модифікації методу нормування за «розмахом варіації», що передбачає прирівнювання до нуля $x_{\min} = 0$ у формулі нормування (фактично виключення нормування щодо діапазону зміни індикаторів). [19, с. 74–77].

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{\text{норм}}}, \quad D: z_i = \frac{k_{\text{норм}} - x_i}{k_{\text{норм}}}, \quad k_{\text{норм}} \geq x_{\max}. \quad (1.5).$$

Нормуючий коефіцієнт для індикаторів-стимуляторів обирається рівним максимальному значенню з діапазону індикаторів та їх порогових значень; для індикаторів-дестимуляторів він має бути більшим за максимальне значення з того самого діапазону на 5–10 %.

При цьому в процесі формування набору індикаторів та їх нормалізації необхідно визначитись щодо їх внеску в оцінку інтегрального індикатора або інтегральних граничних значень (вагові коефіцієнти). Переважна більшість дослідників для визначення вагових коефіцієнтів застосовує експертні оцінки, які, однак, значною мірою є суб'єктивними, не виключають можливість принципових помилок, а тому суттєво знижують наукову та практичну цінність одержаних результатів. Для відповідності існуючому стану мінливої ситуації необхідно частіше проводити експертні оцінювання, що має деякі труднощі як щодо складу експертів, так і щодо частоти опитування. Використання методу експертних оцінок у загальному випадку означає ситуацію «безвихідь», тим не менш воно є виправданим при неможливості застосування інших методів через ті чи ті причини.

Відтак бажано користуватися формалізованими методами, які виключають суб'єктивізм та забезпечують адекватний науковий результат оцінювання. Можливе застосування таких підходів до визначення вагових коефіцієнтів, розташованих за їх важливістю: моделювання, ігрові методи, метод головних компонент. Найбільш доступним з переліченого списку є метод головних компонент, якій реалізується за допомогою стандартного пакету «Статистика» через визначення вектор–стовпчику дисперсій, матриці абсолютних величин факторних навантажень, їх добутку та розрахунку вагових коефіцієнтів. Ураховуючи, що для визначення інтегральних граничних значень їх матриця є недовизначеною (кількість рядків – часових періодів завжди менше кількості головних компонент – кількості індикаторів), застосовується процедура обертання «Varimax», а для інтегральної згортки індикаторів – процедура обертання «Kvartimax». У такий спосіб отримуємо формалізованим методом *постійні* у визначений період вагові коефіцієнти.

Постійність значень вагових коефіцієнтів притаманна всім існуючим підходам до визначення інтегральних оцінок, що, однак, зовсім не відповідає реальності. Суттєві зміни у політичній та зовнішньоекономічній ситуаціях можуть призводити до радикальних змін взаємозв'язків у системі (зміни вагомості тих чи тих елементів, процесів, функцій), що, своєю чергою, спричиняє зміни вагових коефіцієнтів.

З метою врахування цього аспекту оцінювання рівня енергетичної безпеки для визначення динамічних вагових коефіцієнтів автори пропонують метод *ковзної*

матриці, заснований на використанні методу головних компонент та полягає у послідовному зсуві матриці мінімально необхідного розміру вздовж періоду часу та визначенні вагових коефіцієнтів за даний часовий період. [20].

Мінімально необхідний розмір матриці (кількість рядків (n) – періодів часу) визначається з умови рівності кількості індикаторів (кількості стовпчиків (m) – головних компонент) кількості додатних власних значень цієї матриці. Вагові коефіцієнти, визначені для індикаторів із застосуванням первинної мінімальної матриці, будуть постійними тільки для цього початкового (розгінного) періоду часу ($t_1 - t_{n+1}$). Постійне зміщування визначеної мінімальної матриці впродовж періоду часу (рядків матриці) дозволяє визначити поточні динамічні вагові коефіцієнти ($t_i - t_{i+n}$), які враховуватимуть реальні політичні й економічні зміни в країні.

Виконуючи поетапну згортку індикаторів, складових та порогових значень енергетичної безпеки після етапів нормування та визначення вагових коефіцієнтів, отримуємо інтегровану багатофакторну модель енергетичної безпеки :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{ЕнБ,t} = \prod_{i=1}^7 z_{i,t}^{a_i}; P_{ij} = \prod_{j=1}^4 p_{ij}^{b_j}; p_{ij} = [p_{пор,ij}^{нижнє}; p_{опт,ij}^{нижнє}; p_{опт,ij}^{верхнє}; p_{пор,ij}^{верхнє}]; \\ I_{рес.дост,t} = \prod_{i=1}^9 z_{i,t}^{a_i}; I_{стійк.функц,t} = \prod_{i=1}^5 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{екон.достун,t} = \prod_{i=1}^5 z_{i,t}^{a_i}; I_{зах.нац.інт,t} = \prod_{i=1}^2 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{екон.ефект,t} = \prod_{i=1}^6 z_{i,t}^{a_i}; I_{інст-орз.заб,t} = \prod_{i=1}^5 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{енерг.ефект,t} = \prod_{i=1}^7 z_{i,t}^{a_i}; I_{якість.політ,t} = \prod_{i=1}^6 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{екол.прійнт} = \prod_{i=1}^5 z_{i,t}^{a_i}; \end{array} \right. \quad (1.6).$$

Своєю чергою, застосування системного підходу до опису сфери енергетичної безпеки як об'єкта управління дає можливість сформувати набір індикаторів, який порівняно з існуючими підходами уможливить точніше оцінювати поточний та перспективний рівень енергетичної безпеки виходячи з внутрішньої динаміки трансформації системи та динаміки зовнішнього середовища. Запропонований підхід [1, 16, 18] максимально широко охоплює всі елементи / процеси / явища, що впливають на систему забезпечення енергетичної безпеки з урахуванням її місця у системі забезпечення національної безпеки та стійкості суспільства і держави.

Так, за результатами аналізу енергетичної безпеки як системи [1] було виокремлено низку категорій та близько 300 показників (індикаторів), які дають змогу оцінити вплив тих чи тих чинників на стан системи забезпечення енергетичної безпеки. Водночас за великої кількості індикаторів (понад 50), виникає проблема «прокляття розмірності», що зумовлює адекватне обмеження кількості індикаторів. За спрощеного переліку індикаторів існує вірогідність неврахування важливих особливостей системи. Тому основними факторами для того, щоб залишити показник (індикатор) в остаточному переліку, вважалися:

- 1) вплив показника на досягнення цільового стану;

2) інтегральна наскрізність показника, тобто прямий чи опосередкований вплив на різні показники (як, наприклад, ВВП чи його енергоемність);

3) відповідність даних для вимірювання (оцінки) показника підходам Енергетичної хартії щодо оцінювання ризиків інвестицій в енергетику (EIRA) – доступність, вимірюваність, порівнюваність даних, їх функціональність та об'єктивність.

У результаті для моделювання рівня енергетичної безпеки та виходячи з наявності джерел достовірної інформації для формування достатнього набору даних для проведення розрахунків [1], використовується скорочений набір індикаторів. Визначена структура енергетичної безпеки містить 42 індикатори, з яких 14 становлять індикатори за експертними оцінками.

Для цілей пропонованого дослідження набір індикаторів уточнено та доповнено ще 6 індикаторами, які повніше охоплюють усі аспекти, що впливають на систему забезпечення енергетичної безпеки з урахуванням її розвитку та впливу на стійкість суспільства і держави (табл. 2).

Таблиця 2.

Набір індикаторів для оцінювання енергетичної безпеки України

№	Індикатор (I)	Тип	Розмірність
I. Ресурсна достатність			
1	Задоволення потреб власними ПЕР.	S	% споживання
2	Вартість імпорту енергетичних ресурсів.	D	% ВВП
	Частка ресурсу в енергетичному балансі:		
3	нафта та нафтопродукти;	D	% у балансі
4	природний газ;	D	% у балансі
5	вугілля;	D	% у балансі
6	ядерна й термоядерна енергія;	S	% у балансі
7	гідроенергетика;	S	% у балансі
8	сонячна й вітрова енергетика;	S	% у балансі
9	біоенергетика.	S	% у балансі
II. Економічна доступність джерел енергії та енергетичних ресурсів			
10	Вартість спожитих енергоресурсів для держави.	D	% ВВП
11	Річне споживання електроенергії в розрахунку на одну особу.	S	МВт * год
12	Річне енергоспоживання в розрахунку на одну особу.	S	т н.е.
13	Частка сукупного доходу домогосподарства, витрачена на оплату житлово-комунальних послуг.	D	%
14	Якість постачання первинних ресурсів, палива та енергії	S	% (експертна оцінка)
III. Економічна ефективність функціонування енергетичного сектору			
15	Валовий внутрішній продукт у розрахунку на одну особу.	S	тис. дол. США
16	Рівень інвестування підприємств ПЕК.	S	% випуску ПЕК
17	Рівень оновлення основних засобів ПЕК.	S	% (експертна оцінка)
18	Рівень тінізації ПЕК.	D	% ВДВ ПЕК
19	Рівень оплати праці в ПЕК.	S	частка випуску ПЕК
20	Концентрація енергетичних ринків за індексом Герфіндаля-Гіршмана.	D	індекс (за постачальниками)
IV. Енергетична ефективність використання енергетичних ресурсів			
21	Енергоемність валового внутрішнього продукту.	D	т н. е./1000 дол. США

№	Індикатор (I)	Тип	Розмірність
22	Рівень тіньового споживання ПЕР.	D	% ВВП
23	Рівень загальних втрат енергетичних ресурсів (баланс).	D	% від загальн. постач.
24	Частка енергетики у валовому внутрішньому продукті.	D	частка ВДВ ен. у ВВП
25	Рівень споживання на енергетичні потреби.	D	% від загальн. постач.
26	Рівень втрат у мережах теплопостачання.	D	% від обсягу передачі
27	Рівень втрат в електромережах.	D	% від обсягу передачі
V. Екологічна прийнятність впливу енергетики на довкілля			
28	Рівень викидів CO ₂ на TPES.	D	т CO ₂ /т н. е.
29	Рівень викидів CO ₂ на одиницю ВВП.	D	кг/дол. США
30	Кінцева вуглеємність енергії.	D	г CO ₂ /МДж
31	Рівень викидів CO ₂ від електро- та теплостанцій.	D	% загальних викидів
32	Рівень ВДЕ у балансі.	S	%, кінц. спожив.
VI. Стійкість функціонування енергетичного сектору			
33	Частка <i>найбільшого</i> постачальника в імпорті, за видами ПЕР.	D	%
34	Рівень технологічної залежності імпорту /експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій).	D	% (експертна оцінка)
35	Обсяг запасів /резервів за видами ПЕР.	S	місяців споживання, (експертна оцінка)
36	Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на одного споживача (SAIDI).	D	хв/рік
37	Ефективність системи реагування на кризові ситуації.	S	% (експертна оцінка)
VII. Захищеність національних інтересів			
Інституційно-організаційне забезпечення:			
38	виробничі процеси та інфраструктура;	S	% (експертна оцінка)
39	управлінські процеси та інфраструктура;	S	% (експертна оцінка)
40	допоміжні, сервісні процеси та інфраструктура;	S	% (експертна оцінка)
41	процеси та інфраструктура з підтримання об'єктів на всіх етапах життєвого циклу;	S	% (експертна оцінка)
42	інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура.	S	% (експертна оцінка)
Якість реалізації політики:			
43	прогнозованість і послідовність політики;	S	% (експертна оцінка)
44	рівень залученості до енергетичних ринків ЄС;	S	% (експертна оцінка)
45	рівень тіньового навантаження капіталу в ПЕК (видобувна промисловість, виробництво електроенергії, постачання газу і води);	D	% офіційного
46	якість управління;	S	% (експертна оцінка)
47	якість кадрів (технічних та управлінських);	S	% (експертна оцінка)
48	відповідність цілей державної політики завданням, що постають перед системою.	S	% (експертна оцінка)

Примітка : S – стимулятор; D – дестимулятор.

Джерело : Складено авторами.

Зазначимо, що спосіб групування індикаторів залежить від практичних цілей дослідника. У публікації [1] використано можливе групування параметрів для двох основних випадків:

- відповідно до розширення сфери управління (складності управлінських рішень) щодо об'єкта управління⁴: ресурсна забезпеченість; економічна доступність; економічна прийнятність; екологічна прийнятність; модель стійкості; якість управління;

- відповідно до системного опису об'єкта управління: цілісний опис системи (система енергетичної безпеки як елемент більших систем); інституційно-організаційна структура системи (елементи та зв'язки системи); функціональна структура системи (функції та ролі); процесне відтворення системи (виробничі, управлінські, сервісні процеси та процеси з підтримки на всіх етапах життєвого циклу; трансформаційні процеси, які зумовлюють зміни в системі); якість матеріалу системи.

У цій роботі, на відміну від попередніх досліджень [1, 17, 18], групи індикаторів сформовано з урахуванням цілей, встановлених Стратегією енергетичної безпеки України [21], для демонстрації ефективності застосування пропонованої методології оцінки рівня енергетичної безпеки у якості інструмента стратегічного управління у сфері реалізації державної політики.

Зокрема вибрано 48 індикаторів, які розбиті на 7 груп: (I) ресурсна доступність, (II) економічна доступність, (III) економічна прийнятність, (IV) енергетична ефективність, (V) екологічна прийнятність, (VI) стійкість енергетичного сектору, (VII) захищеність національних інтересів.

Надалі моделювання оцінок рівня енергетичної безпеки здійснюється відповідно до вищеописаної методології: 1) *обґрунтування вектору граничних значень*; 2) *нормування індикаторів*; 3) *обґрунтування динамічних вагових коефіцієнтів та 4) інтегральна згортка індикаторів та граничних значень*.

При цьому можливе коригування тих чи тих складових частин, індикаторів системи та їх граничних значень або введення до системи додаткових індикаторів (складових частин) за умови надходження нових даних та розробки нових методів розрахунку нових важливіших індикаторів, які до цього часу не публікувались органами державної статистики.

⁴ Фактично цей підхід відповідає відомому і поширеному у світі на сьогодні підходу «4 A's» (availability, accessibility, affordability, acceptability), сформованому у дослідженні Інституту економіки енергетики Японії та адаптованому для потреб України: ресурсна достатність; технічна надійність; економічна вигідність; екологічна прийнятність.

СИСТЕМА ІНДИКАТОРІВ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

За результатами аналізу всього масиву чинників, що впливають на енергетичну безпеку, відібрано 48 індикаторів, охарактеризованих нижче.

I. Складова частина «Ресурсна достатність» оцінює ресурсну забезпеченість за видами ПЕР та енергетичний баланс країни (як той, що вже склався, так і цільовий).

До цієї складової частини включено такі індикатори:⁵ (1) *задоволення потреб з власних джерел за видами ПЕР*; (2) *вартість імпорту енергоресурсів для країни, енергетичний баланс*; (3) *нафта та нафтопродукти*; (4) *природний газ*; (5) *вугілля*; (6) *ядерна енергія*; (7) *гідроенергія*; (8) *сонячна та вітрова енергія*, а також (9) *біоенергетика*.

Зазначені індикатори відтворюють місце окремих джерел енергоресурсів та відповідних галузей енергетики у системі. За кожним індикатором, що характеризує енергетичний баланс, аналізується частка ресурсу у відсотках в енергобалансі країни.

З огляду на енергетичну безпеку та низьковуглецевий вектор розвитку імпорту енергоресурсів, а також вуглеводні та вугілля визначено як дестимулятори (D), у той час як інші (низьковуглецеві) джерела та задоволення потреб за рахунок власних джерел загалом визначено як стимулятори (S).

З точки зору системного підходу ці індикатори є елементами системи і, разом із відповідальними суб'єктами, відтворюють організаційно-інституційну структуру системи.

Для розрахунків рівня енергетичної безпеки 2020 р. використано дані Держстату України щодо енергетичних балансів за період 2000–2019 рр.⁶, звіти за 2020 р. операторів енергетичної інфраструктури⁷, дані економічної статистики Держстату України⁸, статистичні дані МЕА⁹ та цільові показники енергобалансу, визначені експертним методом.

(1) Задоволення потреб з власних джерел за видами ПЕР. Індикатор є стимулятором (S), який характеризує рівень гарантованого забезпечення потреб країни власними енергоресурсами (а також її стійкості), ризик втрати яких унаслідок зовнішніх впливів є найменшим.

⁵ У перспективі до цієї групи індикаторів доцільно залучити також *водневу енергетику* та *накопичувачі енергії*.

⁶ Державна служба статистики України. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/drpeb/EBTS_2020_ua.xls

⁷ Звіт ДП НАЕК «Енергоатом» за 2020 р. URL :

<http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245506589>;

Річний звіт за 2020 рік групи Нафтогазу. URL :

https://www.naftogaz.com/files/Zvity/Annual_report_Naftogaz_2020-UA_28_04_2021_1.pdf;

Публічна звітність ПрАТ «Укргідроенерго». URL : https://www.uhe.gov.ua/public_reporting;

Звіт правління НЕК «Укренерго» за 2020 р. URL : <https://ua.energy/wp-content/uploads/2021/04/ZP-2020.pdf>

⁸ Державна служба статистики України. Економічна статистика. URL :

http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/nac_r.htm

⁹ IEA. Data and Statistics. URL :

<https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>

З точки зору системного підходу цей індикатор слугує характеристикою функціонального призначення підсистеми ресурсного забезпечення системи.

Динаміка індикатора так само визначається за даними Держстату України¹⁰, також динаміка показника наводиться МЕА.¹¹

Поточне значення індикатора *задоволення потреб з власних джерел* станом на 2019 р. становило 64,35 %, а у 2020 р. дещо знизилося до 62,10 %¹². Цільове значення індикатора (87 %) встановлено, зважаючи на наявність ресурсної бази та проектного бачення бажаної структури економіки України; воно відповідає середині оптимального діапазону. Визначено такі значення порогів: нижній поріг – 65 %, нижнє оптимальне – 80 %, верхнє оптимальне – 94 %, верхній поріг – 100 %. Динаміку цього індикатора зображено на *рис. 2*.



Рис. 2. Ресурсна достатність – задоволення потреб в енергії з власних джерел.

Варто зазначити, що протягом останніх років ситуація з використанням власних енергетичних ресурсів (з точки зору частки енергобалансу країни) не поліпшується. Це викликано невиконанням планів розвитку власного видобування вуглеводнів та зривом планів розвитку власного виробництва ядерного палива.

(2) Вартість імпорту енергоресурсів для країни. Індикатор є дестимулятором (*D*), що відображає рівень витрат країни на залучення енергоресурсів ззовні та може слугувати мірилом: а) доступності купівлі енергоресурсів з точки зору результатів діяльності економіки країни; б) залежності країни (та її стійкості) від зовнішніх постачальників ПЕР. Щодо системного підходу то цей індикатор є характеристикою цілісності системи.

Розраховується індикатор співвідношенням вартості імпорту енергоресурсів для країни з урахуванням поточного обмінного курсу до ВВП країни у відсотках.

¹⁰ Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Енергетика / Загальне постачання первинної енергії за 2007–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/z_post_pe/zp_pen_ue.xls

¹¹ IEA. Ukraine. Data and Statistics. URL : <https://www.iea.org/countries/ukraine>

¹² Зазначимо, що у запропонованому Держстатом підході (також відображено у даних IEA) виробництво електроенергії атомними станціями вважається власним ресурсом, хоча це не відображає ситуацію з імпортом ядерного палива для виробництва електроенергії.

Дані щодо імпорту отримані з джерел Держстату України¹³. Динаміку цього індикатора бачимо на *рис. 3*.

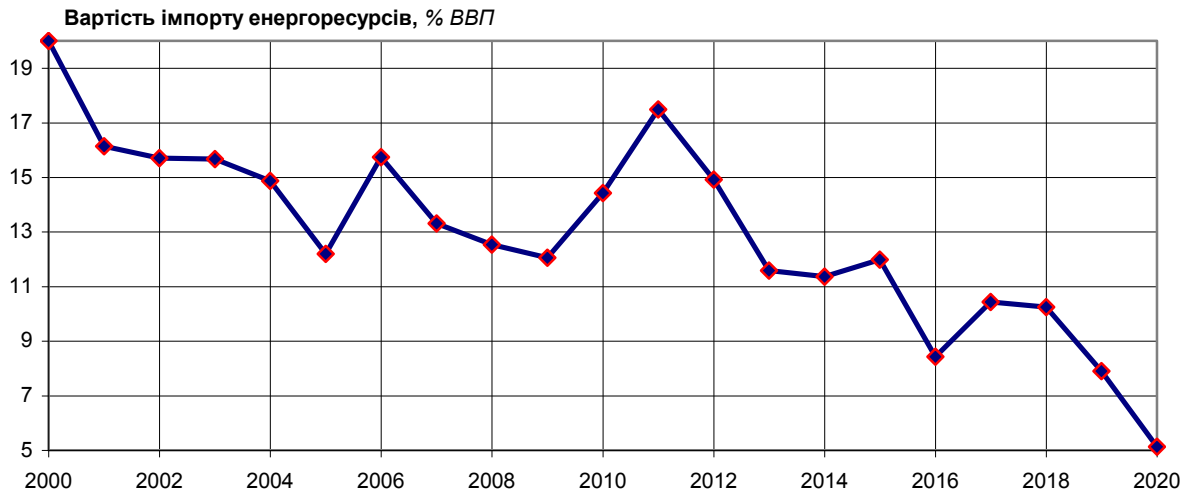


Рис. 3. Ресурсна достатність – вартість імпорту енергоресурсів для країни.

Поточне значення індикатора *вартість імпорту ПЕР* станом на 2019 р. становило 7,89 %, а на 2020 р. – 5,13 % від ВВП. Цільове значення індикатора (7,5 %) встановлене за проектним баченням бажаної структури економіки України, рівня економічного розвитку, енергетичної незалежності; воно відповідає середині оптимального діапазону. Визначено такі значення порогів: нижній поріг – 15 %, нижнє оптимальне – 10 %, верхнє оптимальне – 5 %, верхній поріг – 0 %.

Фактично це єдиний індикатор, який ще у 2019 р. потрапив до середини оптимального діапазону і залишається в ньому. Втім, зазначене зумовлено не структурними зрушеннями в економіці, а загальносвітовими трендами на зменшення споживання енергоресурсів і зниження цін на них унаслідок пандемії коронавірусу COVID-19. Уже у 2021 р. ситуація, як відомо, докорінно змінилася.

Енергетичний баланс

Вектори порогових значень індикаторів (у відсотках частки ресурсу в енергетичному балансі) наведено у *табл. 3*.

Таблиця 3

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складова частина «Ресурсна достатність», енергобаланс

Пороги / Види ПЕР	Задоволення потреб	Вартість імпорту ен.рес	Нафта і нафтопродукти	Природний газ	Вугілля	Ядерна енергія	Гідроенергія	Сонячна та вітрова енергія	Біоенергія
Нижній поріг	65	15	15	27,6	30	5,1	0,80	3,2	3,2
Нижнє оптимальне	80	10	10,2	25,2	25,4	13,2	0,90	6,8	4,12
Верхнє			6,4	21,65	19,3	21,7	1,00	13	5,45

¹³ Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна / Зовнішньоекономічна діяльність / Товарна структура зовнішньої торгівлі України. Архів. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/zd/tsztt/tsztt_u/arh_tsztt2020_u.html

оптимальне	94	5							
Верхній поріг	100	0	3,63	19,73	16,2	32,2	1,20	19,7	7
Цільове значення	87	7,5	8,30	23,43	22,35	17,45	0,95	9,90	4,79
Вага згортки	0,1293	0,1195	0,1235	0,1187	0,1216	0,1049	0,09	0,0995	0,1004

Цільові значення встановлено, виходячи із загальносвітових тенденцій та проєктного бачення майбутньої бажаної (цільової) структури енергетичного балансу, та відповідають середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону, в межах якого існують найкращі умови функціонування системи та від'ємний зворотній зв'язок) (рис. 4).

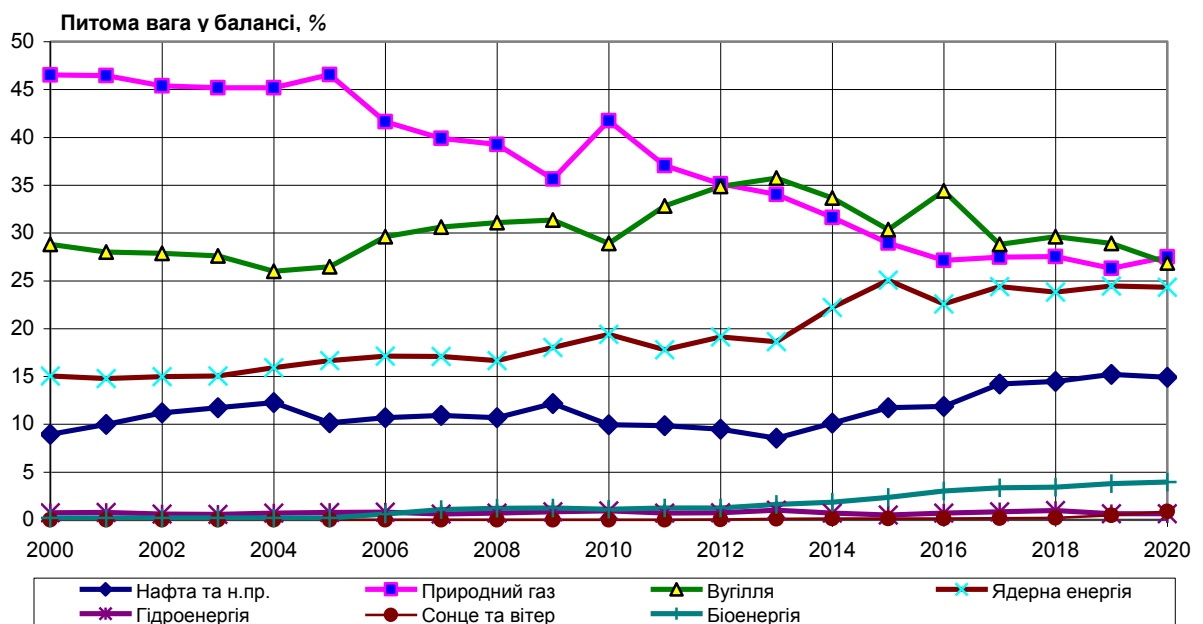


Рис. 4. Ресурсна достатність – частка в енергетичному балансі основних енергоресурсів¹⁴.

Поточні значення індикаторів наведено за даними звітів підприємств-операторів станом на 2020 р.:

(3) *нафта та нафтопродукти*: поточне значення – 14,9 % при цільовому значенні 8,3 %;

(4) *природний газ*: поточне значення – 27,50 % при цільовому значенні 23,43 %;

(5) *вугілля*: поточне значення – 26,87 % при цільовому значенні 22,35 %;

(6) *ядерна енергія*: поточне значення – 24,30 % при цільовому значенні 17,45 %;

(7) *гідроенергетика*: поточне значення – 0,62 % при цільовому значенні 0,95 %;

(8) *сонячна та вітрова енергетика*: поточне значення – 0,88 % при цільовому значенні 9,9 %;

¹⁴Див. : Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Економічна діяльність / Енергетика / Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 pp. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/energ/drpeb/dr_u.htm.

(9) *біоенергетика*: поточне значення – 3,95 % при цільовому значенні 4,79 %.

Загалом частка окремих ПЕР у балансі відповідає тенденції їх наближення до цільових показників (хоча й не настільки динамічно, як необхідно). Водночас привертає увагу зростання у балансі частки нафти та нафтопродуктів, викликане різким зростанням кількості автомобілів в Україні (з двигунами внутрішнього згоряння), та зменшення частки гідроенергетики, викликане малою водністю у 2019–2020 рр., а також відсутність позитивних зрушень у використанні водню та накопичувачів енергії.

II. Складова частина «Економічна доступність» оцінює фінансово-економічну можливість отримання населенням паливно-енергетичних ресурсів у достатній кількості та належної якості.

До цієї складової частини включено 5 індикаторів: (10) *вартість витрат на енергоресурси для країни, % ВВП*; (11) *енергоспоживання на 1 ос., т.н.е./рік*; (12) *споживання електроенергії на 1 ос., МВт*год/рік*; (13) *рівень витрат на забезпечення житлово-комунальних послуг, % від сукупних ресурсів*; (14) *якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії), % послуг, що за експертною оцінкою відповідають вимогам якості*.¹⁵

Вектори порогових значень індикаторів групи «Економічна доступність» та ваги для інтегральної згортки наведено у *табл. 4*.

Таблиця 4.

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складова частина «Економічна доступність»

Пороги / Індикатори	Вартість витрат на енергоресурси	Споживання ЕЕ на 1 особу	Енергоспоживання на 1 особу	Рівень витрат на ЖКП	Якість послуг (первинних ресурсів та енергії)
	% ВВП	МВт*г/рік	т.н.е./рік	% витр.д/г	%
Нижній поріг	35	2,3	2,2	20	60
Нижнє оптимальне	30	5	3,56	10	70
Верхнє оптимальне	20	9,5	5,83	7	90
Верхній поріг	15	14,2	8,2	5	100
Цільове значення	25	7,25	4,695	8,5	80
Вага для згортки	0,2113	0,2198	0,2199	0,1377	0,2113

(10) Вартість витрат на паливно-енергетичні ресурси для країни. Індикатор визнано дестимулятором (D), оскільки велика частка витрат на енергоресурси у ВВП характерна для неефективних економік з низькою доданою вартістю. Розраховується відношенням суми вартісного еквівалента споживання палива галузеві ПЕК (добувна промисловість і розроблення кар'єрів + виробництво коксу та продуктів нафтоперероблення + постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря) з таблиць «витрати–випуск» у цінах споживачів

¹⁵ Використання експертних оцінок зумовлено фрагментарністю статистичних даних щодо якості первинних ресурсів, продуктів та енергії.

Держстату України¹⁶ до ВВП України у відсотках. Вектор порогових значень визначається експертним методом. Динаміку цього індикатора відображено на рис. 5.

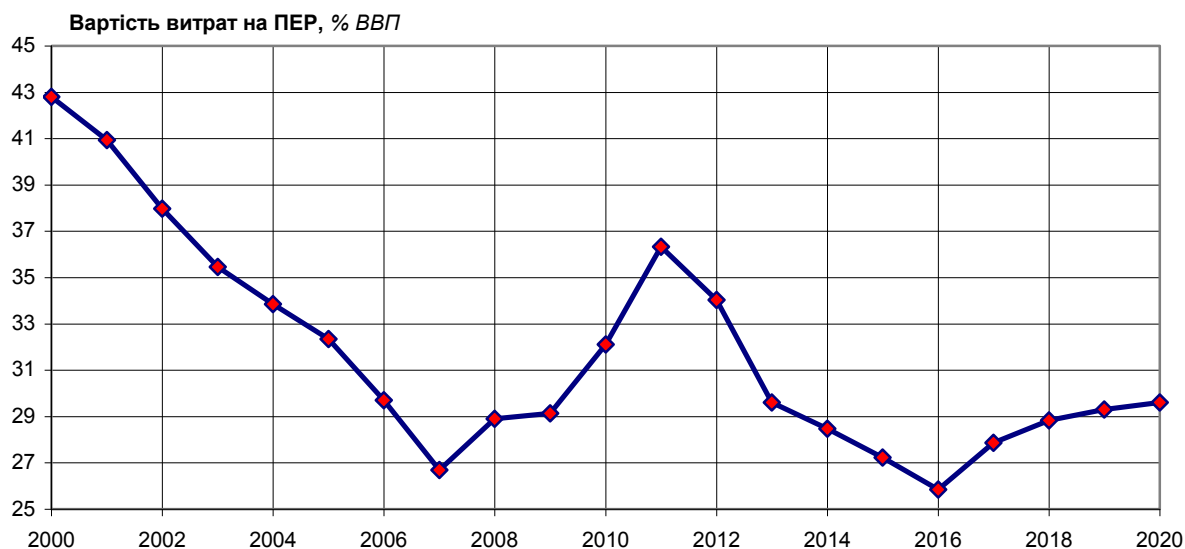


Рис. 5. Економічна доступність – вартість витрат на ПЕР для країни.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи, а саме процес формування адекватної економічної моделі та організації економічних відносин в Україні, який свідчить, наскільки потреби в енергоресурсах є тягарем для економічного розвитку країни.

Поточне значення індикатора *вартість витрат на ПЕР* (% від ВВП) станом на 2020 р. становить 29,6 % від ВВП. Цільове значення індикатора (25 % від ВВП) обране відповідно до проектного бачення майбутнього стану бажаної структури економіки України та рівня економічного розвитку й відповідає середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону).

(11) Споживання електроенергії на 1 особу. Індикатор є стимулятором (S) і характеризує рівень життя в країні. З точки зору системного підходу цей індикатор визначає процесуальність системи і характеризує процес організації забезпечення енергетичних потреб населення, який свідчить про рівень економічного та технологічного розвитку країни, доступності для населення сучасних технологічних пристроїв.

Динаміка індикатора (див. рис. 6) також визначається за даними Держстату України або ж за даними МЕА¹⁷.

¹⁶ Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Економічна діяльність / Промисловість. Виробництво та реалізація промислової продукції за видами (річні дані). URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

¹⁷ IEA. Ukraine. Data and Statistics. URL : <https://www.iea.org/countries/ukraine>

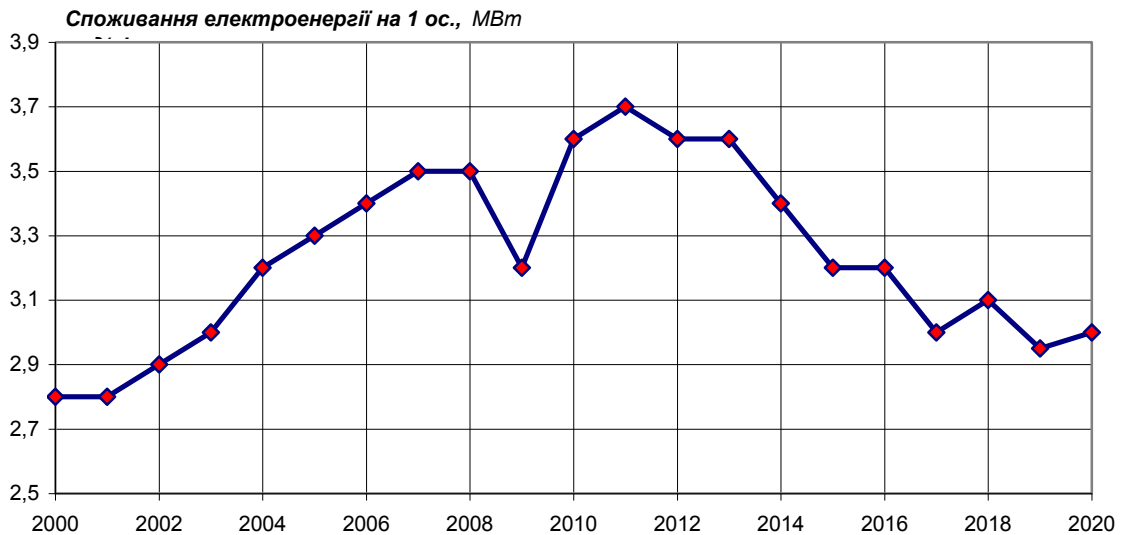


Рис. 6. Економічна доступність – споживання електроенергії на 1 особу на рік.

Поточне значення індикатора *споживання електроенергії на особу* (МВт*год/рік на ос.) в Україні станом на 2020 р. дорівнює 3,0 МВт*год/рік на особу. Цільове значення індикатора обране відповідно до значень енергоспоживання країн з подібними природно-географічними та економічно-технологічними параметрами розвитку й відповідає середині оптимального діапазону 7,25 МВт*год/рік на особу. Варто зазначити, що гальмування використання електроенергії у 2019–2020 рр. хоча й багато в чому зумовлене пандемією COVID-19, свідчить про *енергетичну бідність*.

(12) Енергоспоживання на 1 особу. Індикатор є стимулятором (S) і характеризує рівень життя в країні. За системного підходу індикатор відображає цілісний стан системи з точки зору більшої системи і характеризує рівень добробуту й технологічного розвитку країни, свідчить про споживчий потенціал населення країни щодо енерговикористання (рис. 7).

Динаміка індикатора визначається за даними Держстату України¹⁸. Для порівняння з іншими країнами використано дані МЕА¹⁹.

¹⁸ Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Економічна діяльність / Енергетика. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

¹⁹ Данные и статистика МЭА. URL : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=UKRAINE&fuel=Energy%20consumption&indicator=Electricity%20consumption>.

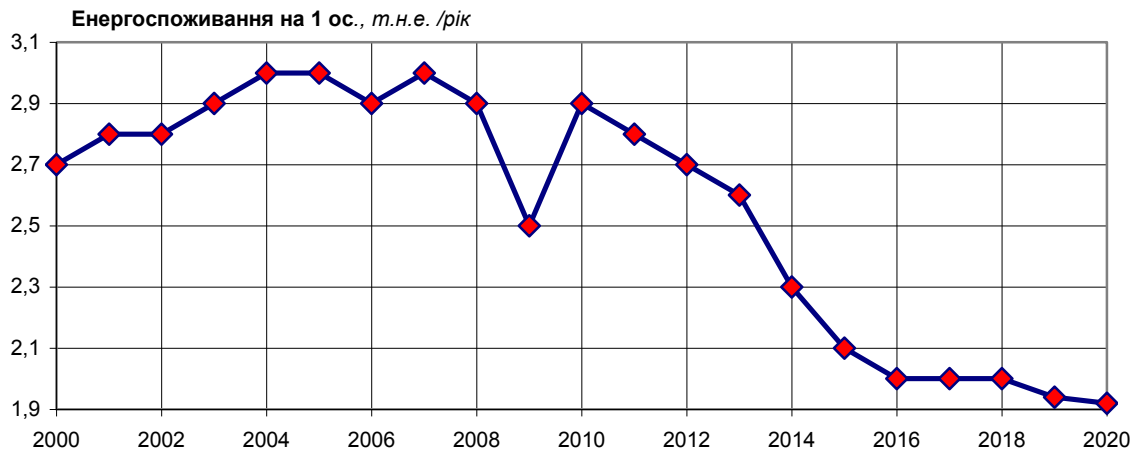


Рис. 7. Економічна доступність – енергоспоживання на 1 особу на рік.

Поточне значення індикатора *енергоспоживання на особу* (т.н.е./рік) в Україні станом на 2020 р. складає близько 1,92 т.н.е./рік на особу, що нижче нижнього порогу. Цільове значення індикатора обрано, виходячи зі значень енергоспоживання країн з подібними природно-географічними та економічно-технологічними параметрами розвитку й відповідає середині оптимального діапазону – 4,7 т.н.е./рік.

Зазначимо, що за останні 5 років значення цього показника вийшло за нижнє порогове значення, що є ознакою *енергетичної бідності*. Водночас у 2020 р. ситуація з енергоспоживанням додатково ускладнилася через пандемію COVID-19 та карантинні заходи.

(13) Частка сукупного доходу домогосподарства, витрачена на оплату житлово-комунальних послуг. Визначає частку вартості житлово-комунальних послуг (як послуг першої необхідності, що забезпечують базові потреби населення та зумовлюють рівень його життя) у сукупних ресурсах одного домогосподарства. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), тому що перманентне збільшення тарифів на житлово-комунальні послуги без урахування реальних доходів населення та їх динаміки призводить до зниження рівня життя та посилення соціальної напруги в суспільстві.

Динаміка індикатора визначається за даними Держстату України²⁰. Вектор порогових значень визначено експертним методом.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи. Він характеризує ефективність процесу організації економічних відносин та забезпечення якості життя населення країни. Неefективність системи економічних відносин та функціонування систем енергозабезпечення зумовлює високу частку витрат на енергопостачання домогосподарств в обсягах доходів.

Поточне значення індикатора *рівень витрат на ЖКП* (% від доходів) станом на 2020 р. становить 11,44 % від сукупних ресурсів домогосподарств. Цільове значення індикатора (8,5 %) обране з огляду на значення загальносвітового розподілу добробуту громадян у близьких за рівнем розвитку країнах та відповідає середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону). Після стрімкого зростання

²⁰Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Економічна діяльність / Енергетика. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm

витрат на оплату ЖКП у 2015–2017 рр. завдяки збільшенню середніх сукупних доходів домогосподарств вдалося майже досягнути оптимального діапазону цього індикатора. Водночас варто враховувати, що статистичні дані відображають усереднене значення за всіма домогосподарствами. В Україні існує велика група людей (зокрема пенсіонерів), рівень витрат яких на ЖКП суттєво вищий за поточне значення індикатора.

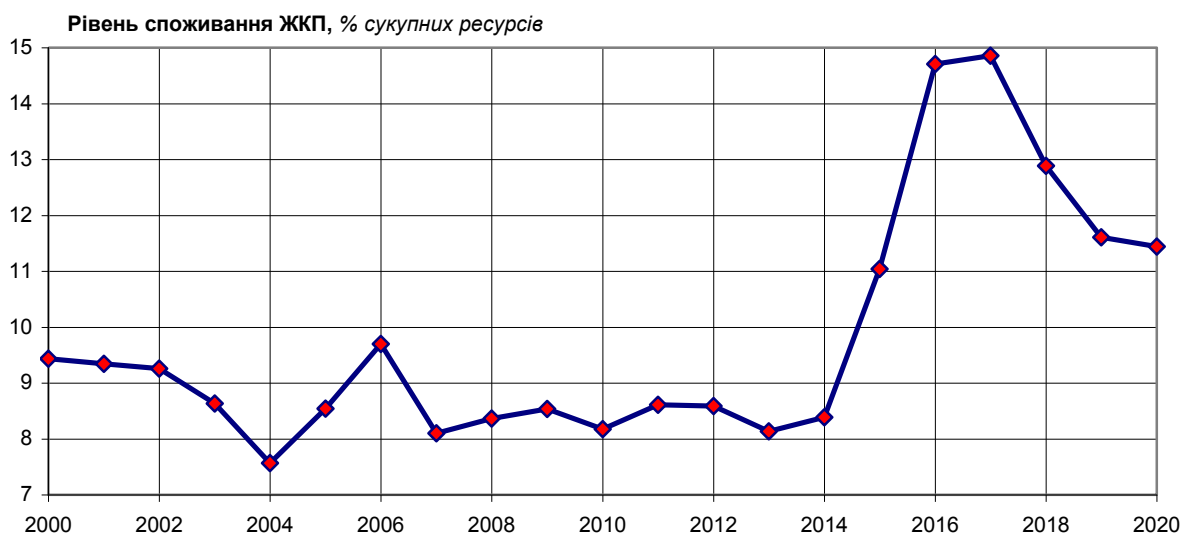


Рис. 8. Економічна доступність – рівень витрат на ЖКП на 1 домогосподарство на рік.

(14) Якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії). Індикатор є стимулятором (*S*) й характеризує відповідність використовуваних та вироблених у системі матеріалів, наданих та спожитих послуг, що свідчить про якість і надійність функціонування системи відповідно до визначених політикою цілей та умов.

Цей індикатор характеризує якість складових частин системи та процесуальні показники якості організації системи енергозабезпечення життєдіяльності системи.

Визначення значень індикатора здійснюється експертним методом.

Поточне значення індикатора *якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії)* станом на 2020 р. визначено на рівні 72 %. Цільове значення індикатора – 80 %, воно було обране з огляду на проєктне бачення бажаної якості елементів, процесів та функцій системи, відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

Зазначимо, що експертне середовище відзначає виникнення тенденції щодо поліпшення якості надання послуг постачання після 2016 р., що обґрунтовується запровадженням вимог щодо інформування споживачів про умови, обсяги та параметри енергопостачання, зокрема у спосіб надання інформації на веб-ресурсах та платіжних документах.

III. Складова частина «Економічна ефективність» оцінює фінансово-економічну привабливість інвестування у розвиток паливно-енергетичного комплексу країни.

До цієї складової частини включено 6 індикаторів: (15) *валовий внутрішній продукт у розрахунку на одну особу*, тис. дол. США; (16) *рівень інвестування підприємств ПЕК*, % випуску ПЕК; (17) *рівень оновлення основних засобів ПЕК*, % (експертна оцінка); (18) *рівень мінізації паливно-енергетичного комплексу*, % ВДВ ПЕК; (19) *рівень оплати праці в ПЕК*, частка випуску ПЕК; (20) *концентрація енергетичних ринків за індексом Герфіндаля-Гіршмана*, індекс (за постачальниками).

Вектори порогових значень індикаторів групи «Економічна ефективність» та ваги для інтегральної згортки наведено у *табл. 5*.

Таблиця 5.

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складовою частиною «Економічна ефективність»

Пороги / Індикатори	ВВП на 1 особу	Рівень інвест-ня підприємств ПЕК	Рівень оновл.осн. засобів ПЕК	Рівень тінізації ПЕК	Рівень оплати праці у ПЕК	Концентрація ринків за індексом ННІ
	тис. дол. США/ос.	% випуску ПЕК	% експерт оцінка	% ВДВ ПЕК	частка випуску ПЕК	індекс
Нижній поріг	15	13,7	4	25	0,2	2900
Нижнє оптимальне	25	14,5	6	15	0,26	1900
Верхнє оптимальне	45	16	10	10	0,32	895
Верхній поріг	80	18,6	15	5	0,382	260
Цільове значення	35	15,25	8	12,5	0,29	1397,5
Вага для згортки	0,1948	0,1891	0,1854	0,1280	0,1598	0,1429

(15) ВВП на 1 особу. Індикатор є стимулятором (*S*), визначає рівень економічного розвитку країни. Всі показники для порівнянності взято у єдиній валюті – доларах США. Перерахунок з національних валют у долари виконується за ринковими або офіційними обмінними курсами валют. Розраховується відношенням номінального ВВП²¹ на середню чисельність населення країни²² за даними Держстату України. Для визначення вектора порогових значень використано вибірку значень цього індикатора для 68 країн ЄС та світу за даними МВФ²³ та Світового банку за 2015 р.²⁴

З точки зору системного підходу цей індикатор є показником, який характеризує цілісну систему з позиції інших конкурентних систем, а також досягнутого рівня соціально-економічного та технологічного розвитку країни.

Поточне значення індикатора *ВВП на особу* в Україні у 2019–2020 рр. за різними оцінками становить 3–4 тис. дол. США /ос. (для цілей дослідження

²¹ Державна служба статистики України. Валовий внутрішній продукт. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/nac_r.htm

²² Новини Державної служби статистики України. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ds/kn/arh_kn2021_u.html

²³ Список країн за ВВП (номінал) на душу населення. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%...BD%D1%8F> ; URL : <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2020/01/weodata/index.aspx>

²⁴ Там само.

прийнято: у 2019 р. – 3,68 тис. дол. США/ос., а у 2020 р. – 3,73 тис. дол. США /ос.). Цільове значення індикатора встановлено з урахуванням значень ВВП розвинених країн, близьких до України за рівнем ресурсів (насамперед людських), і відповідає середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону) – 35 тис. дол. США /ос. (рис. 9).

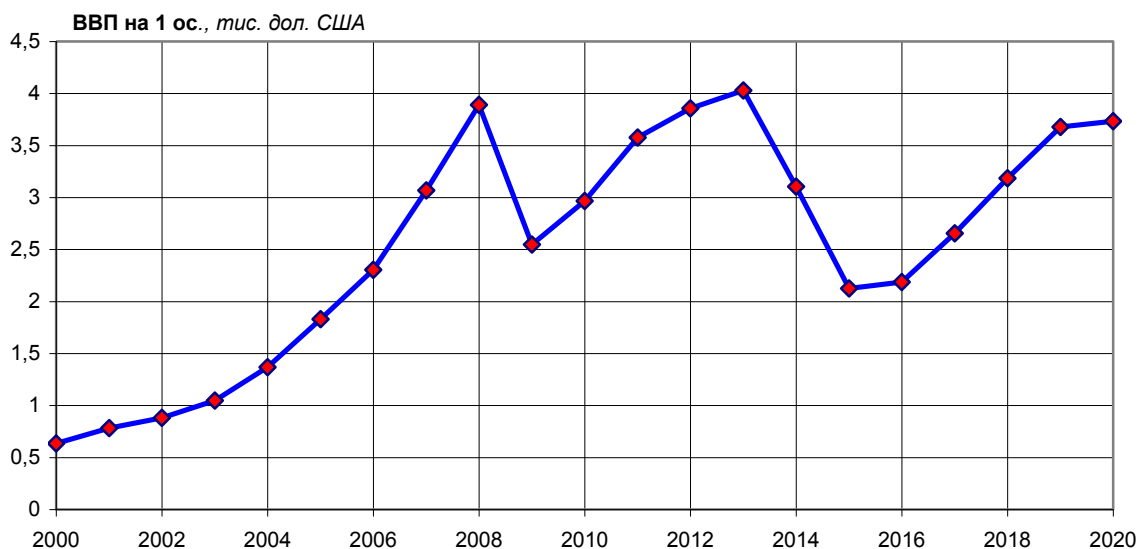


Рис. 9. ВВП на 1 особу.

Зазначимо уповільнення у 2020 р. наближення показника *ВВП на 1 особу* до нижнього порогу (15 тис. дол. США), який все ще в рази менший ВВП на особу у країнах-сусідах України.

(16) Рівень інвестування підприємств ПЕК. Індикатор є стимулятором (S), основою довгострокової економічної динаміки ПЕК та всього процесу розширеного суспільного відтворення. Розраховується відношенням капітальних інвестицій до випуску паливно-енергетичного комплексу. Зазвичай рівень інвестування визначається відносно ВВП або ВДВ (для видів економічної діяльності). Це цілком прийнятно для країн, де рівень тіньової економіки не перевищує 10–20 %. У країнах, де тіньова економіка становить понад 40 %, ВВП є заниженим через штучне збільшення проміжного споживання та, відповідно, зменшення ВВП. Тому відношення капітальних інвестицій до зменшеного ВВП (ВДВ) справляє помилкове враження щодо достатності інвестування. Для відтворення реальної ситуації доцільно відносити інвестиції до випуску, який є сумою проміжного споживання та ВВП (або ВДВ).

З точки зору системного підходу цей індикатор відображає процесуальність системи, а саме процес розвитку та технологічного переоснащення енергетики відповідно до потреб споживачів та вимог часу. Індикатор характеризує систему політико-економічних взаємовідносин, що визначають інвестиційну привабливість енергетики для інвесторів.

Для виявлення вектора порогових значень використано вибірку значень цього індикатора за даними Держстату України та Євростату для 12 економічно

розвинених країн ЄС за період 2010–2017 рр.²⁵ та розраховано методом *t*-критерію (рис. 10).

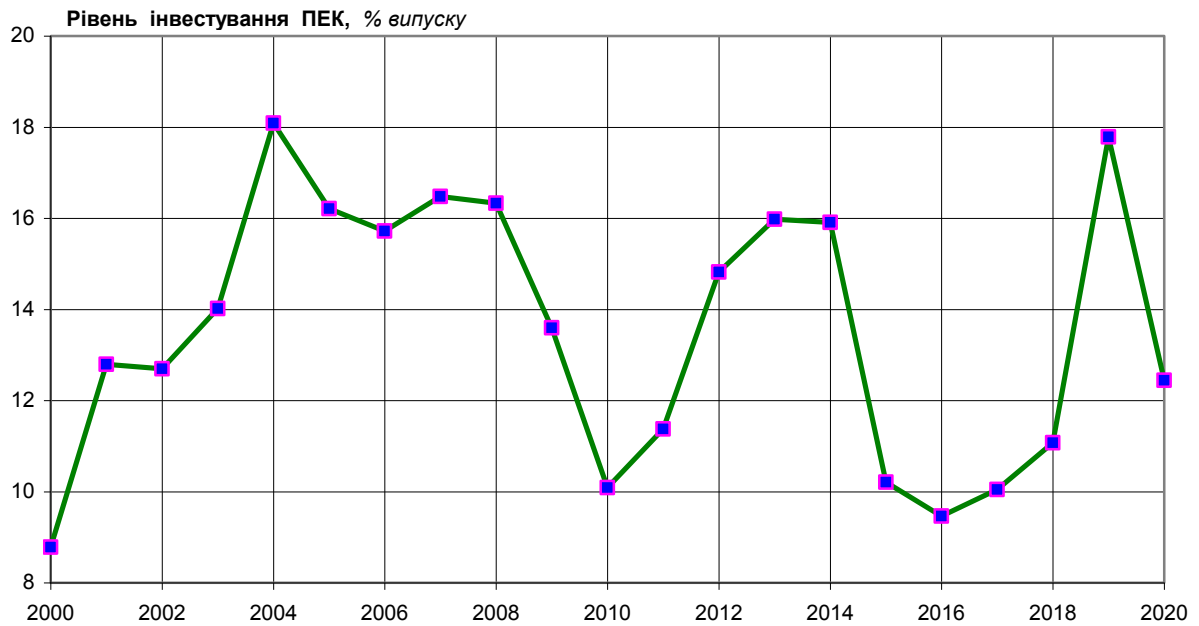


Рис. 10. Динаміка рівня інвестування підприємств ПЕК протягом 2000–2020 рр.
Джерело : Власні розрахунки за даними Держстату України²⁶.

Поточне значення індикатора *рівень інвестування підприємств ПЕК* станом на 2019 р. становить 17,78 %, а на 2020 р. – 12,44. Цільове значення індикатора (15,3 %) визначене виходячи зі світових тенденцій щодо рівня інвестування в енергетику та відповідає середині оптимального діапазону.

(17) Рівень оновлення основних засобів ПЕК. Індикатор є стимулятором (*S*) та визначає ефективність оновлення основних засобів за рахунок інвестицій. Розраховується відношенням капітальних інвестицій у добувну промисловість (добування паливно-енергетичних корисних копалин), у постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, а також у водопостачання; каналізацію, поводження з відходами до відповідного обсягу основних засобів підприємств ПЕК. Як відомо, капітал, що використовується в поточному періоді, формується у попередньому періоді, тобто з урахуванням дефлятора ВВП, вибуття та оновлення основних засобів.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи. Він характеризує привабливість енергетичних активів для їх власників, а також урахує стабільність економічної системи, прогнозованість розвитку економіки й енергетики та захищеність прав інвесторів.

Поточне значення індикатора *рівень оновлення основних засобів ПЕК* станом на 2019 р. становить 3,21 %, а на 2020 р. – 1,87 %. Динаміку індикатора за період з 2000 р. відображено на рис. 11. Цільове значення індикатора (8,0 %) визначене

²⁵Див. : База даних. – Цифрова економіка и общество. – Евростат. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

²⁶Власні розрахунки за даними Держстату України (див. : Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Капітальні інвестиції / Капітальні інвестиції за видами економічної діяльності промисловості (річні дані). URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

відповідно до світових тенденцій щодо рівня інвестування в енергетику та відповідає середині оптимального діапазону.

Для визначення вектора порогових значень використано вибірку значень цього індикатора за даними Євростату²⁷ для шести економічно розвинених країн ЄС (Німеччина, Франція, Італія, Угорщина, Нідерланди, Португалія) за період 2012–2017 рр. та розраховано за методом *t*-критерію (рис. 11).

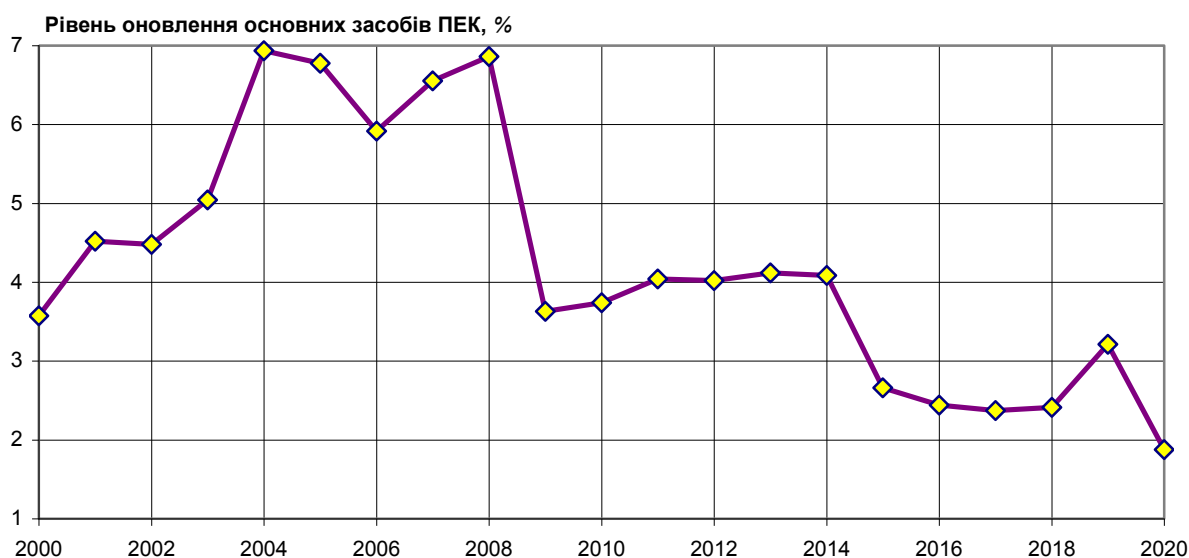


Рис. 11. Динаміка оновлення основних засобів ПЕК в Україні у період з 2000 р. до 2020 р.

Джерело : Власні розрахунки основних засобів за моделлю «Альфа»²⁸.

(18) Рівень тінізації ПЕК. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), визначає частку ВДВ ПЕК, яка не враховується Держстатом України та є додатком до офіційної ВДВ. Розраховується відношенням обсягу тіньової ВДВ ПЕК до обсягу офіційної ВДВ ПЕК у відсотках. Обсяг тіньової ВДВ ПЕК розраховується методом соціальної справедливості [1] за допомогою моделі загальної економічної рівноваги «Альфа».

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи, характеризує суспільно-політичні та економічні відносини, що формують процеси узгодження цілей суб'єктів управління та елементів системи, приваблює систему для тіньової (корупційної) діяльності.

Ураховуючи закономірність ряду чисел Фібоначчі, тобто принцип золотого перетину, та дані 11 країн ЄС щодо значень індикатора «частка оплати праці у випуску», пов'язаного з рівнем тінізації [1], через макроекономічні зв'язки у моделі можна визначити вектор порогових значень індикатора «рівень тінізації».

Поточне значення індикатора *рівень тінізації ПЕК* (% ВДВ ПЕК) станом на 2019 р. становить 36,4 %, а на 2020 р. – 33,2 %. Цільове значення індикатора

²⁷ Див. : База даних. – Цифровая экономика и общество. – Евростат. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

²⁸ Власні розрахунки основних засобів за моделлю «Альфа» з використанням капітальних інвестицій, зносу (амортизації) основних засобів та дефлятора ВВП за даними Держстату України :

$$K_t = K_{t-1}P_{t-1} + Inv_{t-1} - A_{t-1}.$$

(12,5 %) визначене з урахуванням світових тенденцій щодо стану в країнах, подібних за рівнем розвитку, та відповідає середині оптимального діапазону (рис. 12).

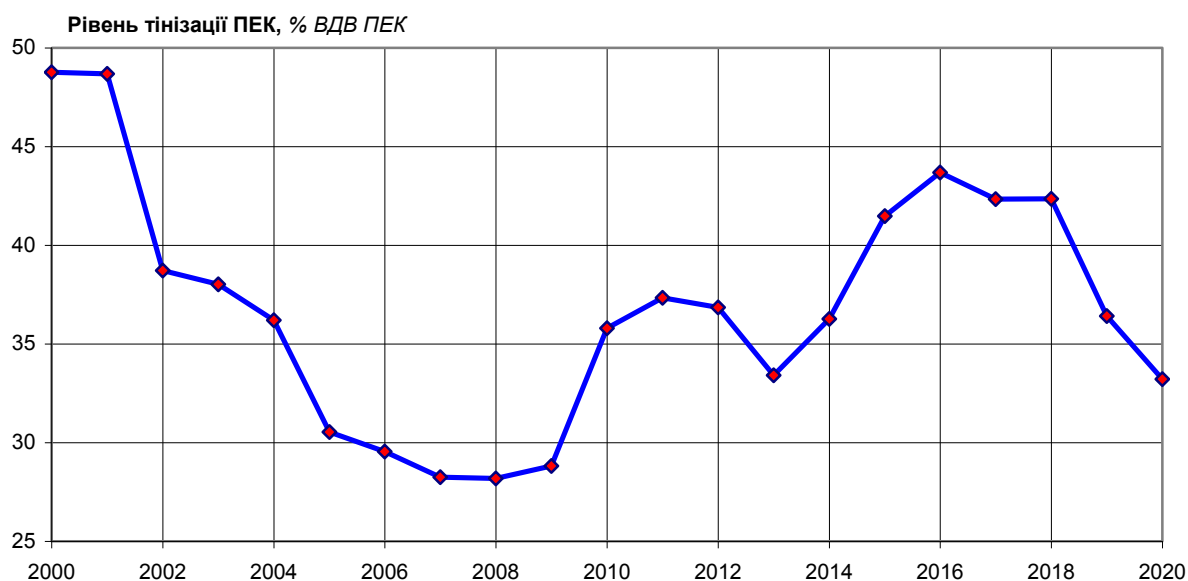


Рис. 12. Динаміка рівня тінізації в ПЕК в Україні у період з 2000 р. до 2020 р.

(19) Рівень оплати праці у випуску ПЕК. Індикатор визнано стимулятором (*S*), який визначає частку випуску ПЕК, що спрямовується на оплату праці найманих працівників з урахуванням нарахувань на фонд оплати праці. Розраховується у моделі сукупної пропозиції на базі виробничої функції Кобба – Дугласа.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи й характеризує соціально-економічні взаємовідносини в економічній сфері та в енергетиці, що формують привабливість енергетичного сектору для кваліфікованого персоналу.

Порогові значення індикатора «рівень оплати праці у випуску» впливають із закономірностей ряду чисел Фібоначчі та досвіду економічно розвинених країн ЄС²⁹, а також розрахунків Ф. Шнайдера [1] (за даними Євростату, значення 0,26 та 0,32 відповідають мінімальному та максимальному значенням серед країн ЄС; 0,29 – середньому значенню).

Поточне значення індикатора *рівень оплати праці у випуску ПЕК* станом на 2019 р. становить 0,1815, а на 2020 р. – 0,2087. Цільове значення індикатора (0,29) визначене відповідно до показників країн ЄС та проектного бачення майбутнього політико-економічного розвитку країни; значення відповідає середині оптимального діапазону (рис. 13).

²⁹ Див. : База даних. – Цифровая экономика и общество. – Евростат. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

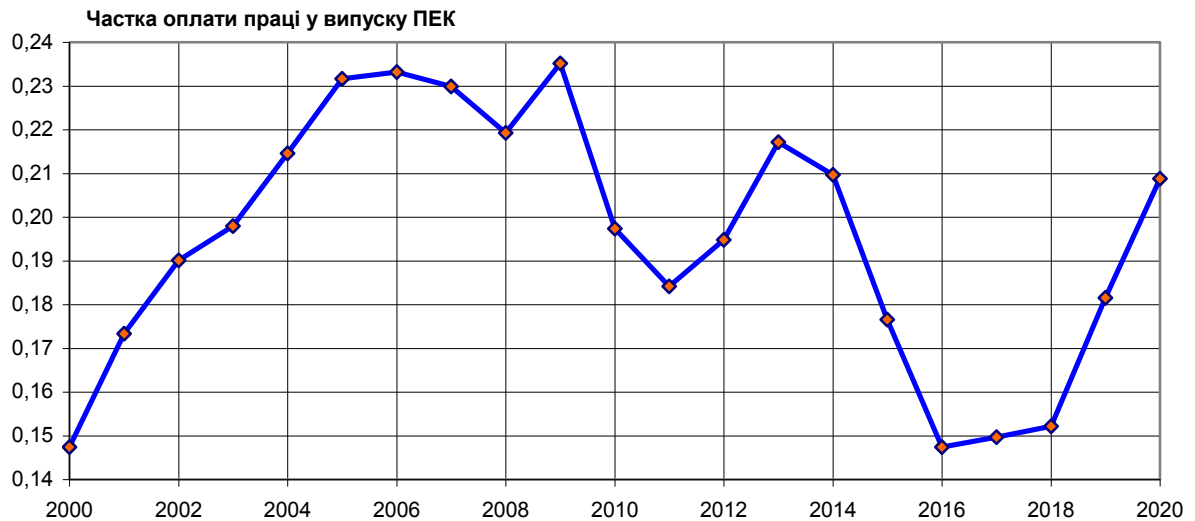


Рис. 13. Динаміка рівня оплати праці у випуску ПЕК у період з 2000 р. до 2020 р.

(20) Концентрація ринків за індексом Герфіндаля – Гіршмана (за постачальниками). Індикатор є дестимулятором (D) та об'єктивним критерієм загрозових для національної енергетики ситуацій на міжнародних ринках енергетичних ресурсів. Розраховується як сума квадратів часток ринку, що належать k -му постачальнику j -го енергетичного енергоносія.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи. Зокрема характеризує процес взаємодії постачальників та споживачів на енергетичних ринках, що визначає легкість зміни постачальника, гнучкість постачання, конкурентність відносин в енергетиці. Вища конкуренція свідчитиме про створення стимулів до поліпшення ефективності господарювання та встановлення мінімально можливих цін на ринках, недопущення зловживань монопольним становищем з боку окремого суб'єкта.

Для визначення вектора порогових значень використовується вибірка значень цього індикатора за даними Світового банку³⁰ для 47 економічно розвинених країн ЄС та світу за період 2016–2018 рр. (залишені значення, що перевищують 3000), розраховується методом t -критерію.

Поточне значення індикатора *концентрація ринків за індексом Герфіндаля – Гіршмана в Україні* станом на 2019 р. становить 2790, а на 2020 р. – 2950. Цільове значення індикатора (1397) визначене згідно з показниками економічно розвинених країн ЄС і світу та відповідає середині оптимального діапазону (рис. 14).

³⁰Див. : Світовий банк. URL : <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/country/UKR/startyear/2012/endyear/2016/tradeflow/Import/partner/RUS/indicator/MPRT-TRD-VL>

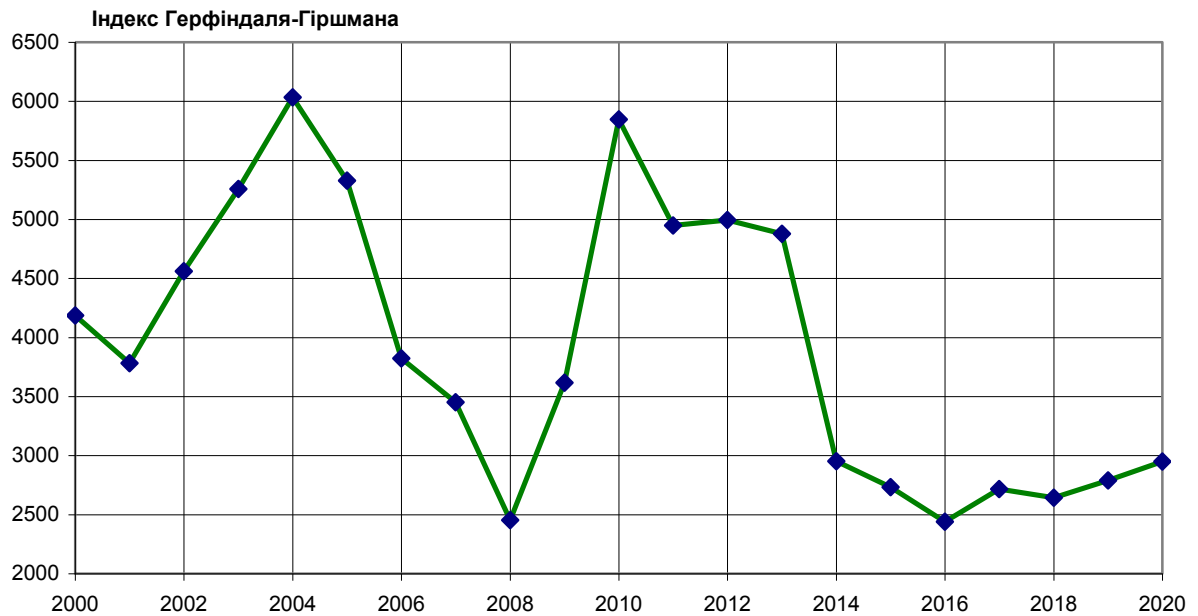


Рис. 14. Концентрація ринків за індексом Герфіндаля – Гіршмана у період з 2000 р. до 2020 р.

IV. Складова частина «Енергетична ефективність» оцінює ефективність використання країною енергоресурсів при їх перетворенні у добробут населення, умови життєдіяльності, економічний розвиток та спроможності накопичення.

До складової частини включено 6 індикаторів: (21) *енергоємність валового внутрішнього продукту, т н. е./1000 дол. США*; (22) *рівень тіньового споживання, % ВВП*; (23) *частка паливно-енергетичного комплексу у ВВП, % ВДВ ПЕК у ВВП*; (24) *рівень загальних втрат енергетичних ресурсів (баланс), % від загального постачання*; (25) *рівень витрат ПЕР на перетворення у інші форми ресурсів /енергії, % від загального постачання*; (26) *рівень втрат у мережах теплопостачання, % від передачі*; (27) *рівень втрат у мережах електропостачання, % від передачі*.

Вектори порогових значень індикаторів групи «Енергетична ефективність» та ваги для інтегральної згортки наведено у табл. 6.

Таблиця 6.

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складова частина «Енергетична ефективність»

Пороги / Індикатори	Енергоємність ВВП	Рівень тіньового споживання ПЕР	Частка ПЕК у ВВП	Рівень втрат ПЕР у енергобалансі	Рівень споживання та перетворення	Рівень втрат у тепломережах	Рівень втрат в електромережах
	т н. е./1000 дол. США	% ВВП	Частка ПЕК у ВВП	% від загальн. постач.	% від загальн. постач.	% від обсягу передачі	% від обсягу передачі
Нижній поріг	0,19	8	10,4	10	45	20	15
Нижнє оптимальне	0,13	5	9,4	6	35	15	11
Верхнє оптимальне	0,09	3	7,8	4	25	10	7

Верхній поріг	0,06	2	7,06	2	15	5	4
Цільове значення	0,11	4	8,6	5	30	12,5	9
Вага для згортки	0,1336	0,1256	0,1283	0,1552	0,1544	0,1544	0,1486

(21) Енергоємність ВВП. Індикатор визнано дестимулятором (*D*). Є узагальненим макроекономічним показником, що характеризує рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту, та однією з фундаментальних характеристик для економіки кожної країни.

Розраховується як відношення загальних обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів виробничою і невиробничою сферами до ВВП країни за певний період та вимірюється у нафтовому еквіваленті (т.н.е.). Для розрахунку з метою мінімізації впливу грошової емісії, коливань обмінного курсу національних валют при зіставленні енергоємності ВВП для різних країн здебільшого використовують ВВП країни за паритетом купівельної спроможності (ПКС) у доларах США. Для моделювання доступні бази даних Держстату України³¹ чи МЕА³².

Цей індикатор характеризує ефективність «конвертації» залучених енергоресурсів у добробут країни, що відображає взаємовідносини між елементами системи економічних відносин, виробничих процесів та процесу енергозабезпечення. З точки зору системного підходу цей індикатор віддзеркалює процесуальність системи. Водночас він також є характеристикою країни, що відображає цілісний стан системи з точки зору більшої системи.

Для визначення вектора порогових значень використано вибірку значень цього індикатора за даними Світового банку³³ для 11 країни ЄС та світу за період 2010–2017 рр. та розраховано методом *t*-критерію.

Поточне значення індикатора *енергоємність ВВП* станом на 2019 р. становить 0,2509, а на 2020 р. – 0,2437 т.н.е./1000 дол. США. Цільове значення індикатора (0,11 т.н.е./1000 дол. США) визначено з урахуванням значень індикаторів подібних за рівнем розвитку країн і проєктного бачення майбутнього стану бажаної структури економіки країни та відповідає середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону) (*рис. 15*).

³¹ Державна служба статистики України. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/drpeb/EBTS_2020_ua.xls

³² IEA. Data and Statistics. URL :

<https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>

³³Statistical Review of World Energy. URL :

<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>; URL : Indicators Url <https://data.worldbank.org/indicator>

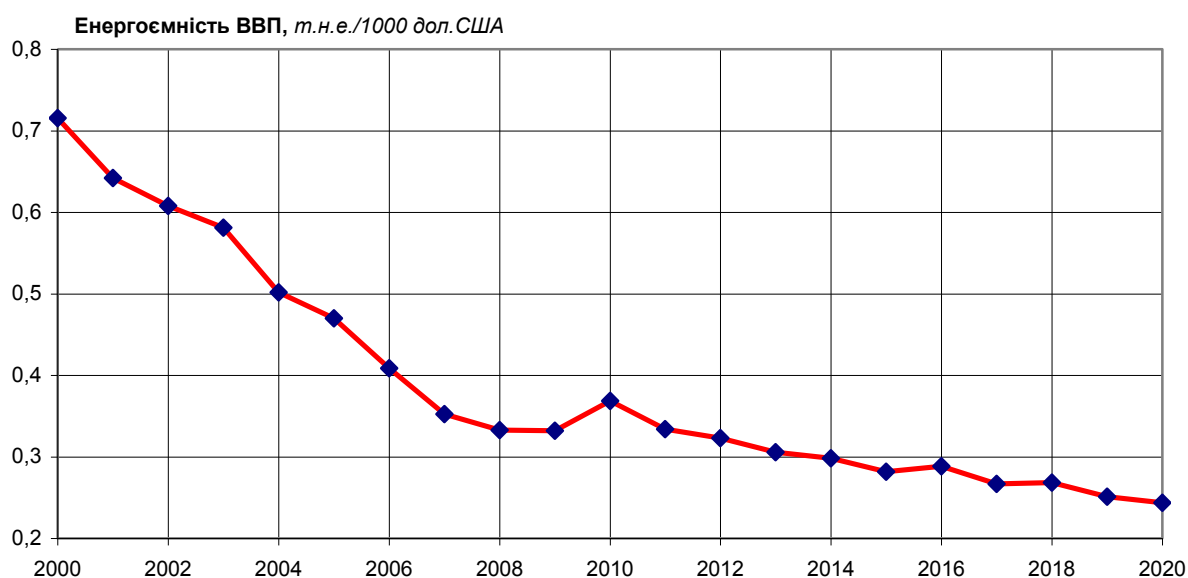


Рис. 15. Динаміка енергоємності ВВП України у період 2000–2020 рр.

(22) Рівень тіньового споживання ПЕР. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), що визначає відсоток основних засобів підприємств ПЕК, задіяних у виробництві тіньової ВДВ.

З точки зору системного підходу індикатор характеризує процесуальність системи, а саме взаємодію між суб'єктами господарювання (виробниками та споживачами енергоресурсів) та органами державної влади, які формують привабливість системи для тіньової (корупційної) діяльності.

Для розрахунку обсягів тіньового споживання ПЕР використовується модель макроекономічної рівноваги «Альфа» як основа методу розрахунку тіньової економіки [22]. Первинними є дані Держстату України щодо вартості споживання ПЕР у гривневому еквіваленті для визначення частки цього споживання в офіційному проміжному споживанні. Використовуючи модельні розрахунки чистого проміжного споживання (без тіньової економіки), можна обчислити фактичне (чисте) споживання ПЕР, а різниця між обсягами загального та фактичного споживання ПЕР становитиме обсяг тіньового споживання ПЕР.

Порогові значення індикатора *рівень тіньового споживання ПЕР* варто пов'язувати з вектором порогових значень за значеннями індикатора «частка оплати праці у випуску» (0,2, 0,26, 0,32, 0,382).

Поточне значення індикатора *рівень тіньового споживання ПЕР* станом на 2019 р. становить 9,166 %, а на 2020 р. – 7,729 %. Цільове значення індикатора (4 %) визначене з урахуванням показників країн ЄС й відповідає середині оптимального діапазону (рис. 16).

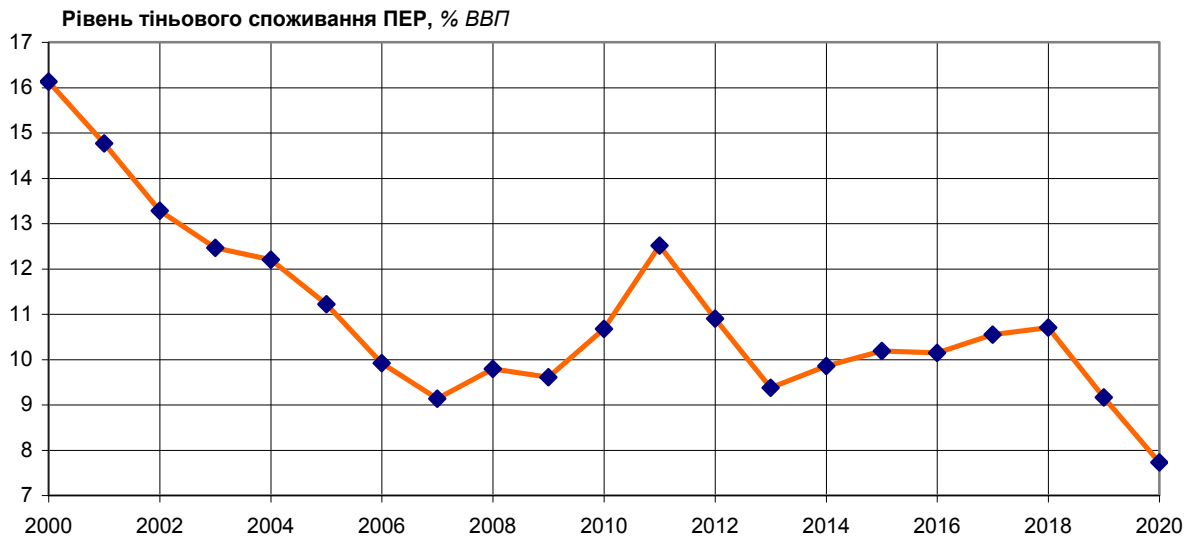


Рис. 16. Динаміка рівня тіньового споживання ПЕР у період 2000–2020 рр.

(23) Рівень загальних втрат енергетичних ресурсів (баланс). Індикатор визнано дестимулятором (D), що визначає відсоток загальних втрат енергоресурсів за статистичними даними.

З точки зору системного підходу цей індикатор відображає ефективність процесу перетворення первинних енергоресурсів та постачання енергоресурсів до споживачів.

Визначається за даними енергобалансу країни, що формується Держстатом України.

Поточне значення індикатора станом на 2019 р. становить 4,1 %, а на 2020 р. – 4,25 %. Цільове значення індикатора (4 %) визначене експертним способом за даними Держстату України (рис. 17).

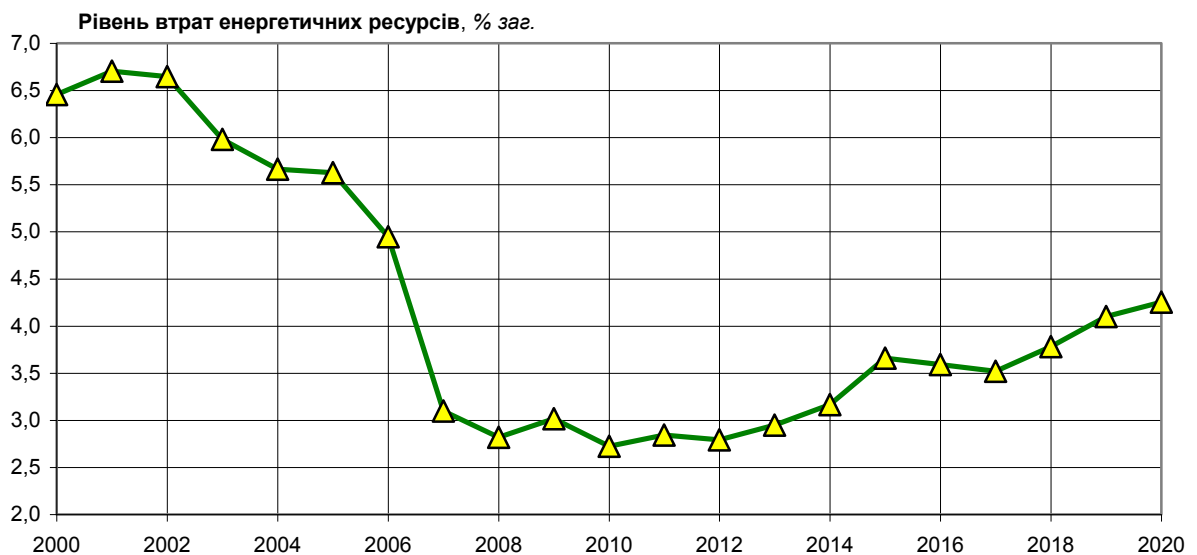


Рис. 17. Динаміка рівня загальних втрат енергетичних ресурсів у період 2000–2020 рр.

(24) Частка енергетики у ВВП. Індикатор визнано дестимулятором (D), оскільки велика частка енергетики у ВВП характерна для неефективних економік з

низькою доданою вартістю. Розраховується відношенням суми валової доданої вартості (ВДВ) галузей ПЕК (добувна промисловість і розроблення кар'єрів + постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря + водопостачання; каналізація, поводження з відходами) до ВВП України.

Для визначення вектора порогових значень використано вибірку значень цього індикатора за даними Держстату України за період 2000–2018 рр.³⁴; розраховано за методом *t*-критерію.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує цілісний стан системи з точки зору більшої системи. Індикатор характеризує обрану економічну модель господарювання і, враховуючи наявний потенціал видобувних енергоресурсів, відображає рівень залежності країни від коливань світових цін на енергоресурси.

Поточне значення індикатора частка енергетики у ВВП станом на 2019 р. становить 9,09 %, а на 2020 р. – 7,85 % від ВВП. Цільове значення індикатора (8,6 % від ВВП) обране з урахуванням проєктного бачення майбутнього стану бажаної структури економіки України, виходячи з позиціонування країни як країни – споживача енергоресурсів, та відповідає середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону) (рис. 18).

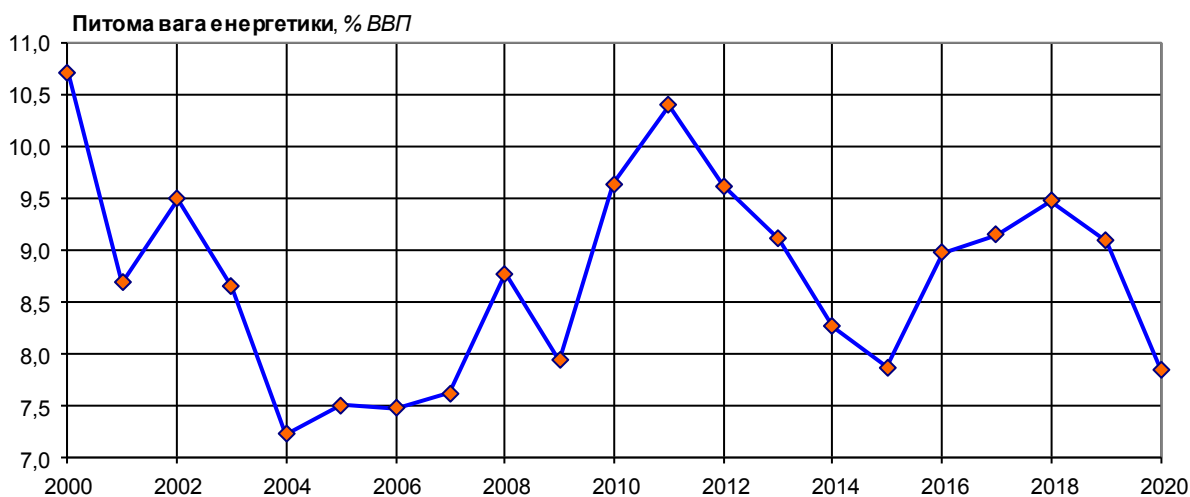


Рис. 18. Динаміка частки ПЕК у ВВП України у період 2000–2020 рр.

(25) Рівень витрат ПЕР на перетворення у інші форми ресурсів /енергії, % від загального постачання первинних енергоресурсів. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), що визначає відсоток загальних витрат первинних енергоресурсів при перетворенні у кінцеві форми енергії.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує ефективність процесу перетворення первинних енергоресурсів у інші форми енергії /енергоресурсів, що споживаються галузями національної економіки, які є кінцевими споживачами. Розраховується як різниця первинного постачання та кінцевого споживання. Визначається за даними енергобалансу країни, що формується Держстатом України.

³⁴Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Економічна діяльність / Промисловість. Обсяг реалізованої промислової продукції за видами діяльності. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/pr/orp_rik/orp_rik_u.htm

Поточне значення індикатора рівень споживання на енергетичні потреби, % від загального постачання станом на 2019 р. становить 44,2 %, а на 2020 р. – 43,84 % від загального постачання. Цільове значення індикатора (30 % від загального постачання) обране з урахуванням проєктного бачення майбутнього стану бажаної структури економіки України, виходячи з позиціонування країни як країни – споживача енергоресурсів, та відповідає середині гомеостатичного плато (оптимального діапазону) (рис. 19).

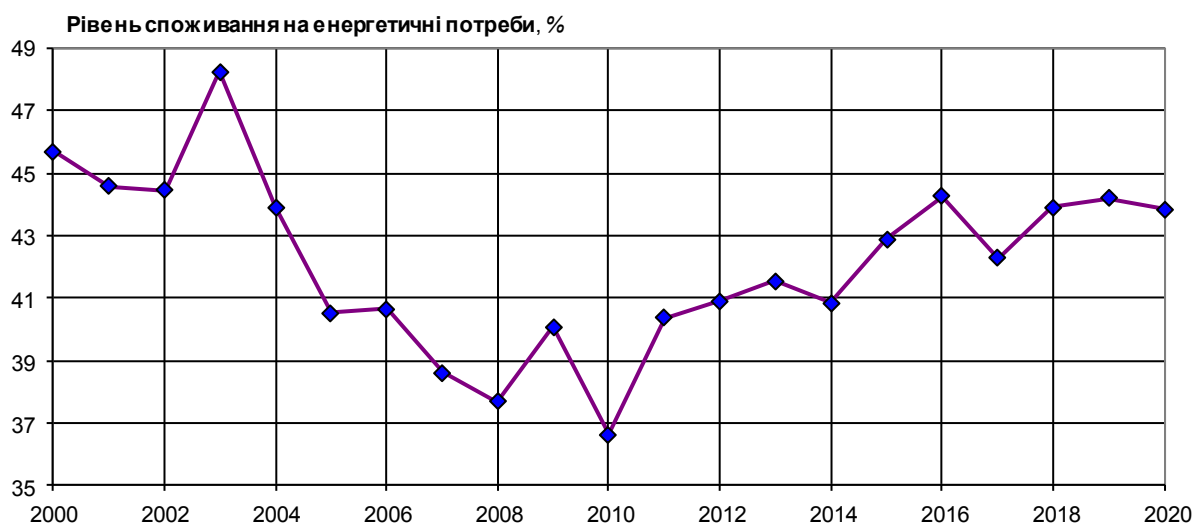


Рис. 19. Динаміка рівня споживання на енергетичні потреби у період 2000–2020 рр.

(26) Рівень втрат у мережах теплопостачання, % від передачі. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), що визначає відсоток втрат при постачанні теплової енергії від виробників до споживачів мережами теплопостачання.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує ефективність процесу постачання теплоенергії до споживачів. Дані щодо оцінки рівня втрат формуються на основі моніторингу роботи ринку теплопостачання (ліцензіатів ринку теплопостачання), що здійснюється НКРЕКП.³⁵

Поточне значення індикатора рівень втрат у мережах теплопостачання, % від передачі станом на 2019 р. становить 20,4 %, а на 2020 р. – 22,8 % від передачі. Цільове значення індикатора (12,5 % від загальної передачі) обране з урахуванням проєктного бачення стану мереж теплопостачання (рис. 20).

³⁵ На момент здійснення розрахунків, практика моніторингу ринку теплопостачання лише започаткована. У перспективі очікується формування бази даних основних ліцензіатів щодо рівня їх втрат, на основі чого можна буде оцінити узагальнений рівень втрат. Для більш детальних розрахунків необхідно провести окреме дослідження.

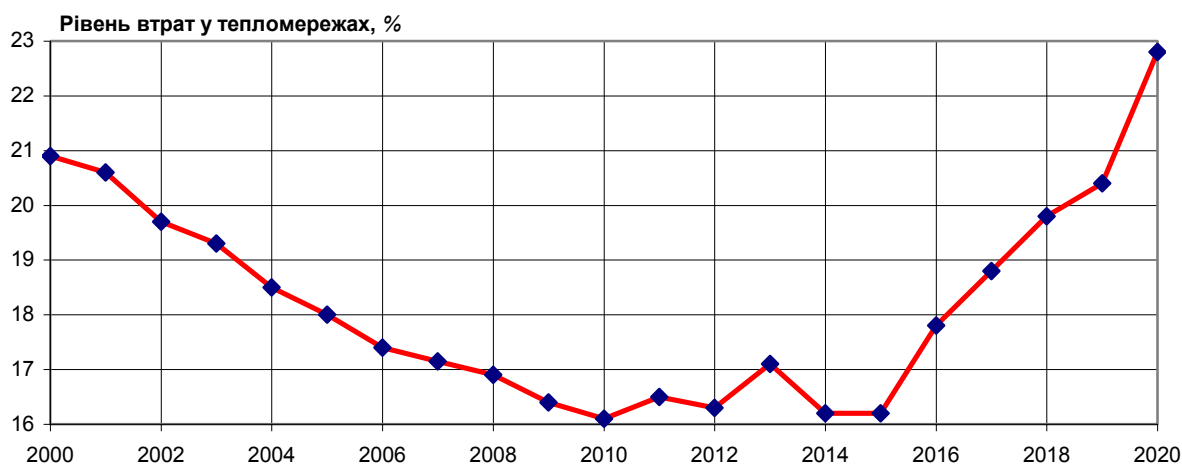


Рис. 20. Динаміка рівня втрат у тепломережах у період 2000–2020 рр.

(27) *Рівень втрат у мережах електропостачання, %* від передачі. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), що визначає відсоток втрат при постачанні електричної енергії від виробників до споживачів усіма типами мереж електропостачання.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує ефективність процесу постачання теплоенергії до споживачів. Поточне значення індикатора віддзеркалює рівень втрат у мережах електропостачання, % від передачі станом на 2019 р. становить 11,6 %, а на 2020 р. – 11,3 % від передачі. Цільове значення індикатора (9 % від загальної передачі) обране з урахуванням проектного бачення майбутнього стану систем електропостачання (рис. 21).



Рис. 21. Динаміка втрат у мережах електропостачання України у період 2000–2020 рр.³⁶.

³⁶ Використано дані наведені у щорічних звітах Міненерго України та НКРЕКП.

Див.: Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей ПЕК України за грудень та 2020 рік.
URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245533545&cat_id=35081

V. **Складова частина «Екологічна прийнятність»** оцінює екологічну сприйнятливість функціонування паливно-енергетичного комплексу.

До цієї складової частини залучено 5 індикаторів: (28) **рівень викидів CO₂ на первинне постачання (TPES)**, т CO₂/т н. е.; (29) **рівень викидів CO₂ на ВВП**, кг CO₂/ дол. США; (30) **вуглецеємність кінцевого споживання**, г CO₂/МДж; (31) **рівень викидів CO₂ від електро- та теплогенеруючих установок, % від сукупних ресурсів**; (32) **рівень ВДЕ у енергобалансі, % кінцевого споживання**.

Вектори порогових значень індикаторів групи «Екологічна прийнятність» та ваги для інтегральної згортки наведено у табл. 7.

Таблиця 7.

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складова частина «Екологічна прийнятність»

Пороги / Індикатори	Рівень викидів CO ₂ на TPES	Рівень викидів CO ₂ на одиницю ВВП	Кінцева вуглецеємність енергії	Рівень викидів CO ₂ від електро- та теплостанцій	Рівень ВДЕ у балансі
	т CO ₂ /т н. е. загального постачання	кг CO ₂ / дол. США	г CO ₂ /МДж загального постачання	% загальних викидів	%, кінц. спожив.
Нижній поріг	2,15	0,82	100	60	10
Нижнє оптимальне	1,8	0,51	80	40	20
Верхнє оптимальне	1,38	0,32	60	20	30
Верхній поріг	0,91	0,2	50	10	40
Цільове значення	1,59	0,415	70	30	25
Вага для згортки	0,1718	0,2240	0,2113	0,2071	0,1857

(28) Рівень викидів CO₂ на TPES. Індикатор є дестимулятором (D) і характеризує рівень використання країною обсягів енергоресурсів для забезпечення життєдіяльності. Характеризує структуру виробництва та споживання видів енергоресурсів з точки зору мінімізації негативного впливу споживання первинних енергоресурсів.

Щодо системного підходу такий індикатор віддзеркалює процесуальність системи. Водночас також може слугувати характеристикою країни, що відображає цілісний стан системи з точки зору більшої системи.

Динаміка індикатора також визначається за даними Держстату України, а для порівняння з іншими країнами використано дані МЕА³⁷ (рис. 22).

³⁷ Державна служба статистики України. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/drpeb/EBTS_2020_ua.xls; IEA. Data and Statistics. URL : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>

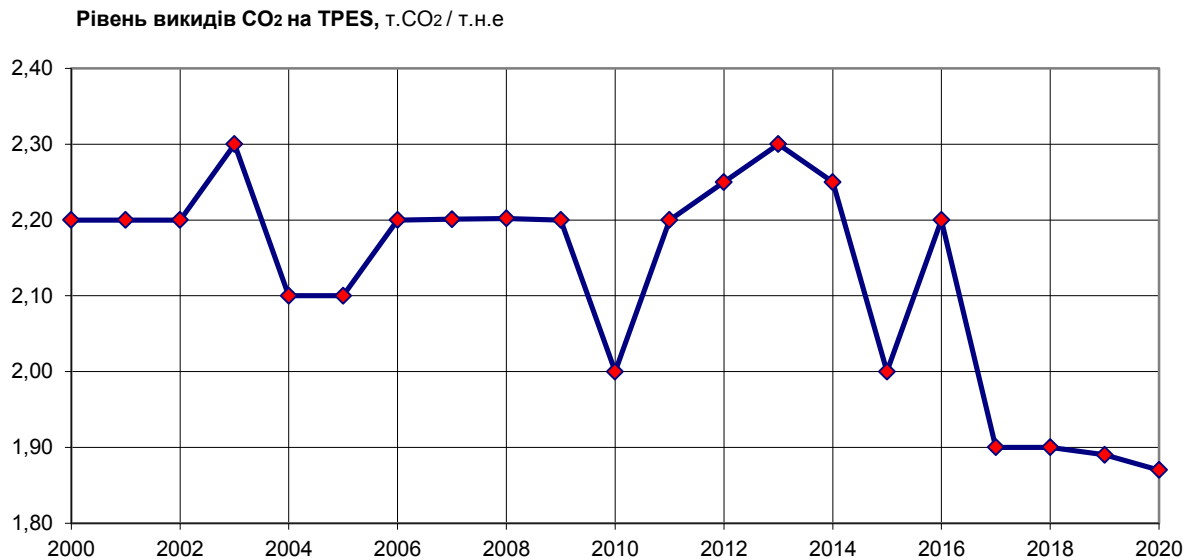


Рис. 22. Динаміка рівня викидів CO₂ на загальне первинне постачання енергоресурсів України у період 2000–2020 рр.

Цільове значення індикатора *рівень викидів CO₂ на TPES* станом на 2019 р. становить 1,89, а на 2020 р. – 1,87 т. CO₂/т.н.е. Цільове значення (1,59) вибране відповідно до значень індикаторів подібних за рівнем розвитку країн та проєктного бачення бажаної структури економіки й відповідає середині гомеостатичного плато.

Динаміка цього показника відображає фактичну незмінність технологій видобування, транспортування, перетворення, споживання енергії та енергоресурсів. Лише в останні роки поступова технічна модернізація позначилась у накопичувальному ефекті зниження фактичних показників цього параметра, що було також підсилено зростанням частки відновлюваних джерел енергії у енергобалансі країни, зниженням виробництва та споживання викопних видів палива.

(29) Рівень викидів CO₂ на одиницю ВВП. Індикатор є дестимулятором (D) і характеризує рівень негативного впливу на довкілля під час перетворення залучених енергоресурсів у вироблені товари та послуги. З точки зору системного підходу такий індикатор характеризує процесуальність системи.

Динаміка індикатора також визначається за даними Держстату України, а для порівняння з іншими країнами використано дані МЕА.³⁸

Цільове значення індикатора *рівень викидів CO₂ на одиницю ВВП* станом на 2019 р. становить 1,9, а на 2020 р. – 1,8 кг CO₂/дол. США). Цільове значення індикатора (0,415) вибрано згідно з показниками індикаторів країн, подібних за рівнем розвитку, та проєктного бачення бажаного стану виробничої інфраструктури й рівня технологічного розвитку економіки (рис. 23).

³⁸ Державна служба статистики України. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/drpeb/EBTS_2020_ua.xls;
IEA. Data and Statistics. URL : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>

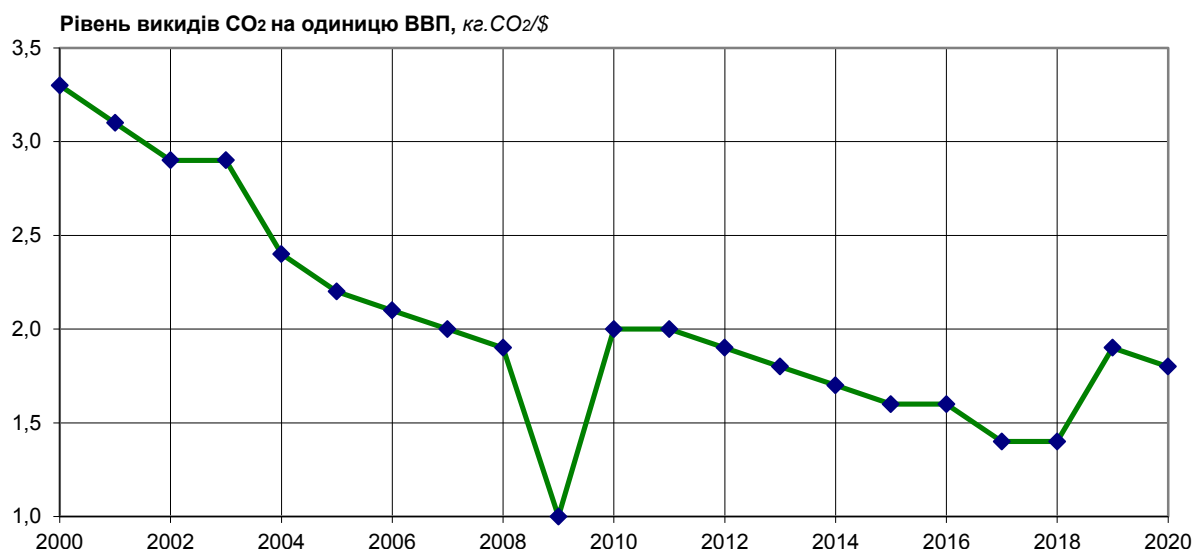


Рис. 23. Динаміка рівня викидів CO₂ на одиницю ВВП України у період 2000–2020 рр.

Динаміка зниження цього показника пояснюється як падінням економіки, передусім в енергоємних галузях промисловості, так і зміною структури економіки країни через зростання частки послуг у ВВП України та поступове технічне переоснащення промисловості.

(30) Кінцева вуглеємність енергії. Індикатор є дестимулятором (*D*) і характеризує рівень негативного впливу на довкілля під час перетворення первинних видів енергоресурсів на використану споживачами кінцеву енергію. З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи.

Динаміка індикатора також визначається за даними МЕА.³⁹

Поточне значення індикатора *кінцева вуглеємність енергії* станом на 2019 р. становить 85, а на 2020 р. – 84,4 г CO₂/МДж. Цільове значення цього індикатора 70 г CO₂/МДж вибрано з урахуванням значень індикаторів подібних за рівнем розвитку країн та проєктного бачення бажаної системи енергозабезпечення та енергетичного балансу (рис. 24).

³⁹ IEA. Data and Statistics. URL :

<https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>

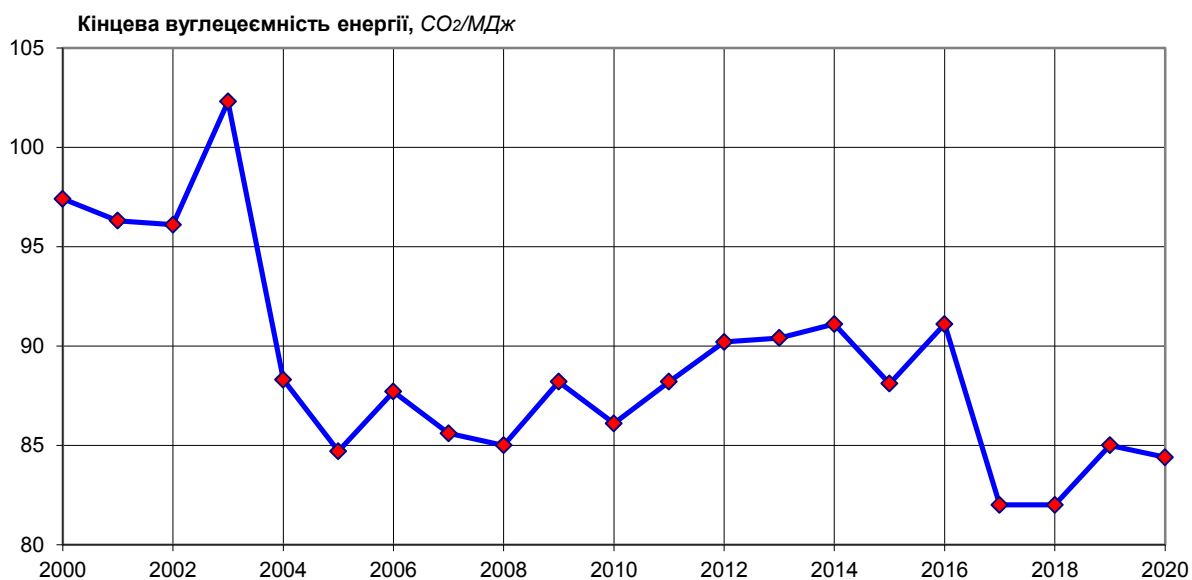


Рис. 24. Динаміка рівня вуглецеємності кінцевого енергоспоживання в Україні у період 2000–2020 рр.

Нестабільна динаміка показника вуглецеємності кінцевого споживання, хоч і демонструє загальне зниження, радше пояснюється падінням економічної активності, скороченням обсягів енергоспоживання застарілим технологічним обладнанням. Водночас на динаміку цього параметра впливає зростання частки відновлюваних джерел енергії у енергобалансі країни.

(31) Рівень викидів CO₂ від електро- та теплогенеруючих установок.

Індикатор є дестимулятором (D) і характеризує рівень негативного впливу на довкілля енергоспоживаючим обладнанням. З точки зору системного підходу індикатор характеризує процесуальність системи.

Динаміка індикатора також визначається за даними Держстату України, а для порівняння з іншими країнами використано дані МЕА.⁴⁰

Поточне значення індикатора *рівень викидів CO₂ від електро- та теплогенеруючих установок* станом на 2019 р. становить 53,5, а на 2020 р. – 54,3 CO₂/МДж. Цільове значення цього індикатора 30 % від загальних викидів вибрано з урахуванням значень індикаторів подібних за рівнем розвитку країн та проектного бачення бажаної системи енергозабезпечення та енергетичного балансу (рис. 25).

⁴⁰ Державна служба статистики України. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/drpeb/EBTS_2020_ua.xls; IEA. Data and Statistics. URL : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>



Рис. 25. Динаміка рівня викидів CO₂ від електро- та теплогенеруючих установок/

Зростаюча динаміка показника свідчить про збереження високої частки енергогенеруючого обладнання, що використовує первинні види енергоресурсів з високим рівнем викидів парникових газів, та прогресуюче погіршення технічного стану енергоспоживаючого обладнання.

(32) Рівень відновлюваних джерел енергії у енергобалансі країни. Індикатор є стимулятором (S) і характеризує рівень залучення екологічно чистих джерел енергії до енергетичного балансу. З точки зору системного підходу цей індикатор є структурним елементом системи.

Динаміка індикатора також визначається за даними Держстату України, а для порівняння з іншими країнами використано дані МЕА⁴¹.

Поточне значення індикатора *рівень відновлюваних джерел енергії у енергобалансі країни* станом на 2019 р. становить 9,1 %, а на 2020 р. – 10,1 % кінцевого споживання. Цільове значення цього індикатора 25 % від кінцевого споживання вибрано з урахуванням значень індикаторів подібних за рівнем розвитку країн та проектного бачення бажаної системи енергозабезпечення та енергетичного балансу (рис. 26).

⁴¹ Державна служба статистики України. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2019 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/energ/drpeb/EBTS_2020_ua.xls;
IEA. Data and Statistics. URL : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source>

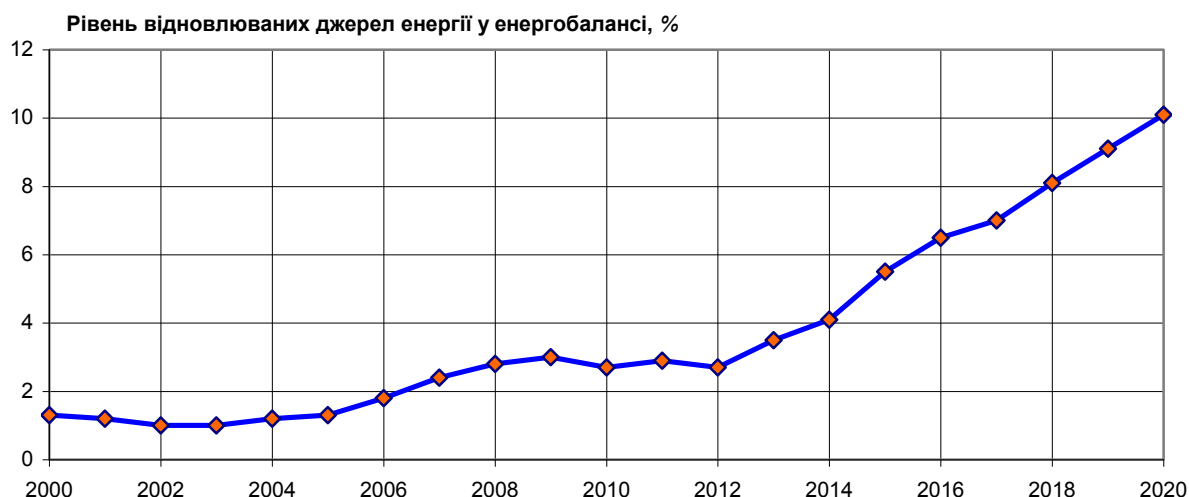


Рис. 26. Динаміка рівня ВДЕ у енергобалансі України у період 2000–2020 рр.

VI. Складова частина «Стійкість функціонування енергетичного сектору» оцінює спроможність країни пом'якшувати загрози сталому функціонуванню та розвитку паливно-енергетичного комплексу, а також адекватно реагувати на загрози виникнення кризових ситуацій у сфері енергетичної безпеки.

До цієї складової частини включено 5 індикаторів: (33) **частка найбільшого постачальника в імпорті, % загального обсягу імпорту**; (34) **рівень технологічної залежності імпорту/експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій), %** (експертна оцінка); (35) **обсяг запасів /резервів (за видами ПЕР), місяців споживання**; (36) **індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні (SAIDI), хв/рік**; (37) **ефективність системи реагування на кризові ситуації, %** (експертна оцінка).

Вектори порогових значень індикаторів групи «Стійкість функціонування енергетичного сектору» та ваги для інтегральної згортки наведено у табл. 8.

Таблиця 8.

Вектори порогових значень індикаторів групи «Стійкість функціонування енергетичного сектору»

Пороги / Індикатори	Частка найбільшого імпортера	Рівень технологічної залежності	Обсяг резервів	Індекс SAIDI	Ефект. сист. кризового реагування
	% заг. імпорту	%, експертна оцінка	місяців споживання	% загальних викидів	%, експертна оцінка
Нижній поріг	60	60	40	350	50
Нижнє оптимальне	40	40	80	250	70
Верхнє оптимальне	20	30	100	150	90
Верхній поріг	10	20	120	70	100
Цільове значення	30	35	90	200	80
Вага для згортки	0,2105	0,1836	0,1836	0,2117	0,2105

(33) **Частка домінуючої країни (постачальника) у загальному обсязі імпорту за видами ПЕР.** Індикатор є дестимулятором (D) і характеризує рівень

залежності країни від постачання енергоресурсів з однієї країни, ризик втрати постачання з якої має бути оцінено та передбачено засоби його мінімізації іншими елементами системи.

З точки зору системного підходу цей індикатор слугує характеристикою функціонального призначення.

Для розрахунку індикатора використано дані Держстату України⁴², за якими отримано фактичну динаміку імпорту різних видів енергоресурсів (енергії), зокрема з однієї країни, у загальному обсязі його імпорту. На *рис. 27* наведено дані питомої ваги енергоресурсів України у загальному постачанні.

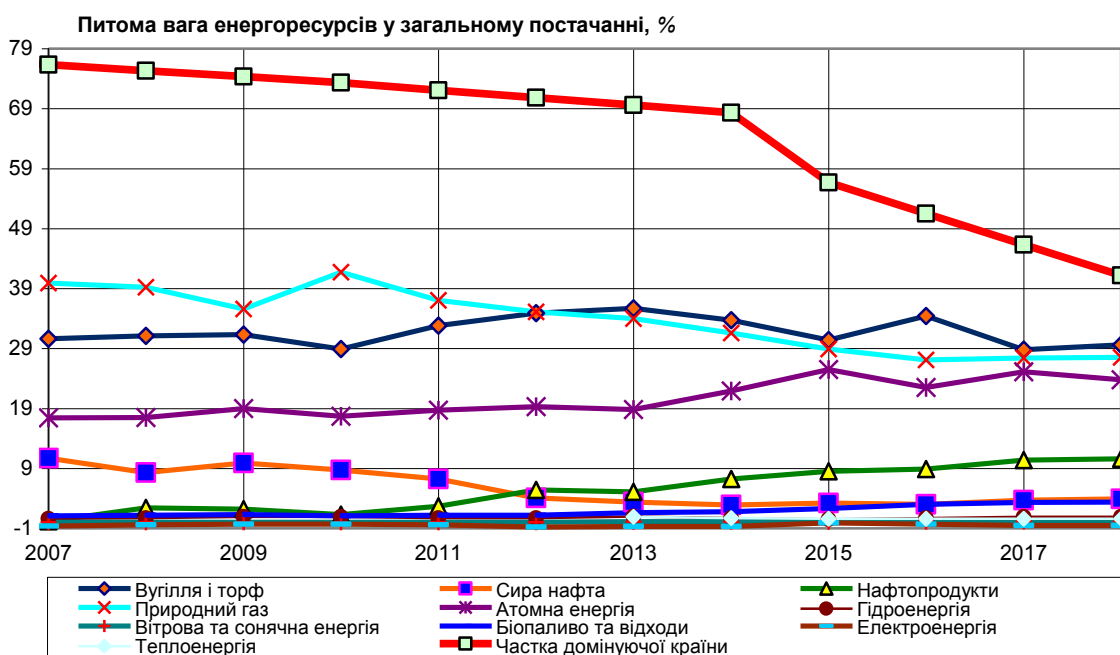


Рис. 27. Динаміка питомої ваги енергоресурсів у загальному постачанні.

Поточне значення індикатора *питома вага домінуючої країни в імпорті ПЕР* (% від імпорту) станом на 2019 р. становить 36 %, а на 2020 р. – 40 %. Під домінуючою країною розуміється РФ, а скорочення її частки, починаючи з 2014 р., пов'язане із заходами з диверсифікації постачання природного газу⁴³ та ядерного палива. Водночас зростання частки імпорту ядерного палива пов'язане: а) зі зростанням частки ядерної енергетики у балансі; б) зі зменшенням абсолютних значень імпорту інших ПЕР.

Цільове значення індикатора (30 %) встановлено відповідно до наявності ресурсної бази та проєктного бачення бажаної структури економіки України, пріоритетів національної безпеки (енергетичної незалежності), рекомендацій ЄС та відповідає середині оптимального діапазону.

⁴² Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна / Зовнішньоекономічна діяльність / Товарна структура зовнішньої торгівлі України; Країни за товарною структурою зовнішньої торгівлі. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>; Державна служба статистики України. Статистична інформація / Економічна статистика / Економічна діяльність / Енергетика / Загальне постачання первинної енергії за 2007–2018 рр. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

⁴³ Необхідно брати до уваги, що йдеться про так званий віртуальний реверс – постачання природного газу з РФ, оформлене через посередників з інших країн.

Динаміка цього показника демонструє збереження високого рівня залежності України від Росії до 2014 р. з різким зниженням імпортової залежності у період 2014–2019 рр. унаслідок припинення імпорту природного газу⁴⁴ та різкого скорочення імпорту ядерного палива. Збільшення частки імпортової залежності від найбільшого постачальника в останні роки зумовлено відновленням імпорту електроенергії та зростанням обсягів імпорту нафтопродуктів (рис. 28).

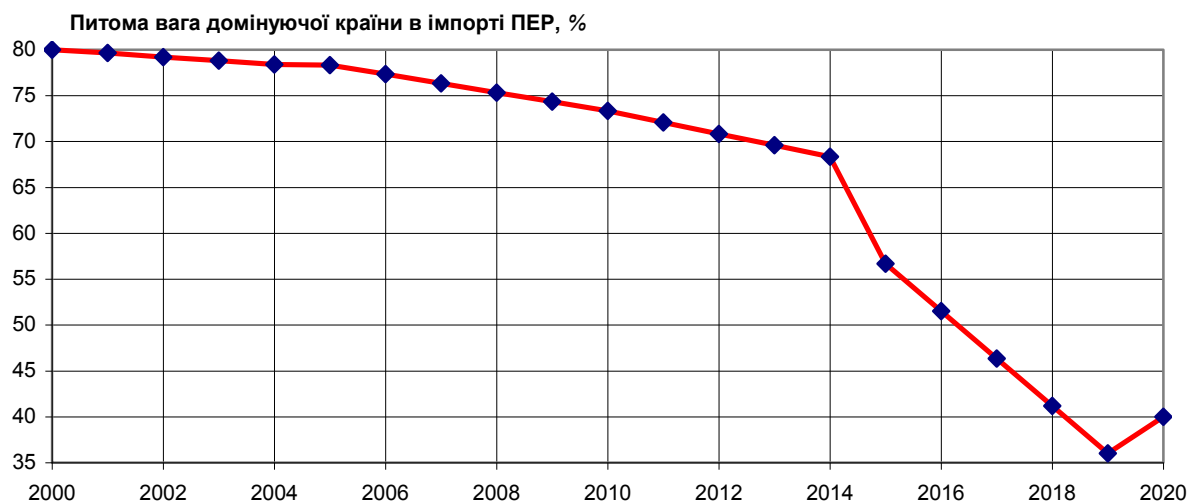


Рис. 28. Динаміка рівня питомої ваги домінуючої країни в імпорті ПЕР у період 2000–2020 рр.

(34) Рівень технологічної залежності імпорту /експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій). Індикатор є дестимулятором (*D*) і відображає рівень залежності країни від постачання енергетичних технологій з одного джерела (компанії, країни), ризик втрати постачання якої має бути оцінено та передбачено засоби його мінімізації.

З точки зору системного підходу цей індикатор слугує характеристикою функціонального призначення.

Поточне значення індикатора *рівень технологічної залежності з одного джерела* (%) станом 2019 р. складає 61 %, а на 2020 р., за експертною оцінкою, визначено на рівні 59 %. Цільове значення індикатора (35 %) встановлено за оцінкою наявності технологічної бази та проектного бачення бажаної структури економіки України, пріоритетів національної безпеки (енергетичної незалежності) й відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону (рис. 29).

⁴⁴ Безпосередньо з РФ.



Рис. 29. Динаміка рівня технологічної залежності імпорту /експорту з одного джерела у період з 2000 р. до 2020 р.

(35) Рівень запасів /резервів від обсягів місячного споживання за видами ПЕР. Індикатор є стимулятором (S) й характеризує спроможність країни забезпечити визначений рівень функціонування за блокування постачання енергоресурсів /технологій /послуг тощо.

З точки зору системного підходу цей індикатор є характеристикою функціонального призначення системи стратегічних резервів енергоресурсів/технологій.

Поточне значення індикатора *рівень запасів /резервів за видами ПЕР* (% від місячного споживання), за експертною оцінкою, станом на 2019 р. визначено на рівні 61 %, а на 2020 р. – 57 %. Цільове значення індикатора (90 %) встановлено відповідно до наявності ресурсної бази та пріоритетів національної безпеки (забезпечення національної стійкості), відповідає середині оптимального діапазону (рис. 30).



Рис. 30. Динаміка рівня запасів /резервів за видами ПЕР з одного джерела у період з 2000 р. до 2020 р.

(36) *Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на одного споживача (SAIDI)*. Індикатор є дестимулятором (D), що характеризує спроможність країни забезпечити визначений рівень та якість постачання електричної енергії споживачам. Індикатор слугує мірилом стійкості (відновлення) електропостачання під час блокування постачання енергоресурсів /технологій /послуг тощо.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує функціональне призначення, а також якість системи.

Поточне значення індикатора *індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні* станом на 2019 р. становить 683 хв/рік (наведено за даними Регулятора⁴⁵), а на 2020 р. – 666 хв/рік. Цільове значення індикатора на рівні 200 хв/рік встановлено згідно з пріоритетами національної безпеки (забезпечення національної стійкості), станом технологічного розвитку електроенергетики, тривалістю, готовністю учасників ринку реалізувати відповідні заходи. Це значення відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону (рис. 31).



Рис. 31. Динаміка індексу тривалості довгих перерв в електропостачанні у період з 2000 р. до 2020 р.

Динаміка цього показника демонструє постійне погіршення технічного стану мереж електропостачання як унаслідок старіння обладнання, так і через відсутність необхідного рівня видатків на технічну модернізацію. Різке зростання кількості та тривалості переривань з 2014 р. пояснюється також впливом російської агресії (пошкодження електроенергетичної інфраструктури).

(37) *Ефективність системи реагування на кризові ситуації, %* (експертна оцінка). Індикатор є стимулятором (S), що характеризує спроможність країни адекватно реагувати на виникнення кризових ситуацій. Індикатор слугує мірилом

⁴⁵Звіт про результати діяльності НКРЕКП у 2019 році. URL : <https://www.nerc.gov.ua/?id=51822>.

ефективності системи, свідчить про її організаційно-інституційну структуру та функціональну відповідність щодо рівня викликів і загроз енергетичній безпеці.

Поточне значення індикатора *ефективність системи реагування на кризові ситуації* станом на 2019 р. становить 58 %, а на 2020 р. – 56 %. Цільове значення індикатора на рівні 80 % встановлене згідно з пріоритетами національної безпеки (забезпечення національної стійкості), станом технологічного розвитку енергетики, тривалістю, готовністю учасників ринку реалізувати відповідні заходи. Значення відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону (рис. 32).



Рис. 32. Динаміка індикатора ефективності системи реагування на кризові ситуації у період з 2000 р. до 2020 р.

VII. Складова частина «Захищеність національних інтересів» оцінює спроможність системи забезпечення енергетичної безпеки визначати пріоритети реалізації національних інтересів, її організаційно-інституційну спроможність реалізовувати відповідну політику на внутрішніх та зовнішніх ринках.

До цієї складової частини віднесено 11 індикаторів, які можна згрупувати у кілька блоків, наприклад: «Якість реалізації політики» та «Інституційно-організаційне забезпечення». Оцінка відповідності поточних параметрів індикаторів цієї складової частини інтегральної оцінки рівня енергетичної безпеки здійснюється за допомогою експертних оцінок.

Блок «Інституційно-організаційне забезпечення»

З точки зору системного підходу ці індикатори характеризують інституційно-організаційне забезпечення функціонування системи забезпечення енергетичної безпеки.

Блок «Інституційно-організаційне забезпечення» містить індикатори: (38) *виробничі процеси та інфраструктура*; (39) *управлінські процеси та інфраструктура*; (40) *допоміжні та сервісні процеси й інфраструктура*; (41) *процеси та інфраструктура з підтримання об'єктів на всіх етапах життєвого циклу*; (42) *інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура*.

Значення індикаторів обчислюються експертним методом. Вектори порогових значень індикаторів (за експертними оцінками у відсотках від максимальної потреби) наведено у *табл. 9*, а динаміку цих індикаторів відображено на *рис. 33*.

Таблиця 9.

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складова частина «Захищеність національних інтересів», блок «Інституційно-організаційне забезпечення»

Пороги / Інфраструктура та процеси	Виробничі	Управлінські	Сервісні та допоміжні	З підтримки на всіх етапах життєвого циклу	Інформаційно- комунікаційн і
Нижній поріг, %	46	66	78	65	60
Нижнє оптимальне, %	56	72	85	70	80
Верхнє оптимальне, %	80	84	90	80	95
Верхній поріг, %	100	100	100	100	100
Цільове значення, %	68	78	87,5	75	87,5
Вага для згортки	0,2055	0,2185	0,2053	0,2308	0,1399

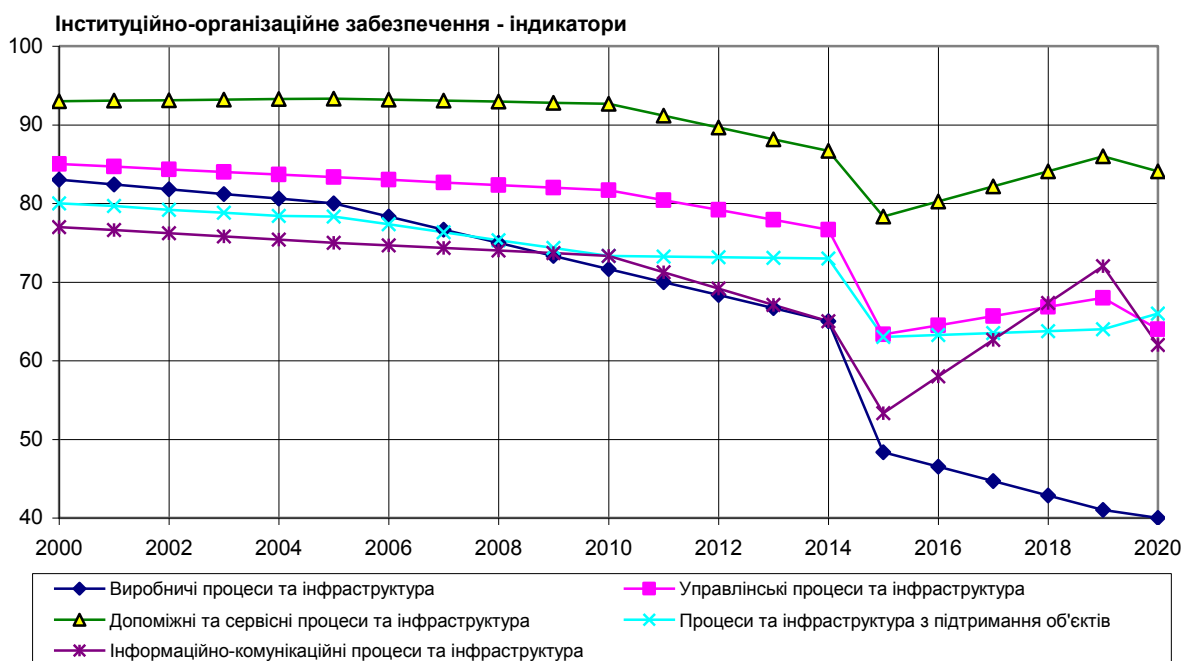


Рис. 33. Динаміка індикаторів складової частини «Захищеність національних інтересів» блоку «Інституційно-організаційне забезпечення»

(38) Виробничі процеси та інфраструктура. Індикатор є стимулятором (S), який характеризує рівень інституційної бази, нормативно-правового регламентування, технічного забезпечення та організації виробничих процесів на об'єктах енергетики (видобування, зберігання, транспортування, перетворення, виробництво та використання ПЕР).

Значення індикатора *виробничі процеси та інфраструктура* коливалось від 83 % на початку 2000-их років до 40 % у 2020 р. Зазначене викликане насамперед

старінням обладнання енергетичної інфраструктури і незадовільними темпами його оновлення та модернізації. Окрім того, падіння у 2014–2015 рр. значень усіх індикаторів, пов'язаних з інфраструктурою та процесним забезпеченням, пояснюється розривом виробничих зв'язків, викликаних тимчасовою окупацією Криму та окремих районів Донецької та Луганської областей.

Цільове значення індикатора (68 %) визначалося з огляду на проєктне бачення майбутнього стану енергетичної інфраструктури, пріоритетів науково-технічного розвитку країни, захисту довкілля та відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

(39) *Управлінські процеси та інфраструктура.* Індикатор є стимулятором (S), який характеризує рівень інституційної бази, законодавчого забезпечення та організації управлінської діяльності в енергетичній галузі, сфері енергетичної безпеки та охоплює постановку цілей, планування, моніторинг, контроль (зокрема оцінювання ефективності й результативності, відповідності цілям), коригування цілей; управління власністю.

Поточне значення індикатора *управлінські процеси та інфраструктура* станом на 2020 р. визначено на рівні 64 %, що нижче нижнього порогу. Цільове значення індикатора (78 %) вибрано з огляду на проєктне бачення бажаної структури управління енергетикою та регулювання сфери енергетичної безпеки; значення відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону. Низька оцінка у 2020 р. зумовлена: тривалою відсутністю у цьому році профільного міністра; непроведенням конкурсу в НКРЕКП, що поставило під сумнів легітимність рішень цього органу; незадовільними фінансовими результатами діяльності та кадровою чехардою у великих державних енергетичних компаніях.

(40) *Допоміжні та сервісні процеси й інфраструктура.* Індикатор є стимулятором (S), який характеризує рівень інституційної бази, науково-технічної та сервісної підтримки поточного функціонування енергетики власними суб'єктами (підвищення кваліфікації персоналу, обслуговування та ремонт, охорона та фізичний захист, транспортні послуги, фінансово-економічні, юридичні послуги).

Поточне значення індикатора *допоміжні та сервісні процеси й інфраструктура* станом на 2020 р. визначено на рівні 84,08 %, тобто майже потрапляє до оптимального діапазону. Цільове значення індикатора (87,5 %) вибрано відповідно до проєктного бачення бажаної структури енергетичної галузі, енергетичної інфраструктури, пріоритетів науково-технічного розвитку країни та відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

(41) *Процеси та інфраструктура з підтримки об'єктів на всіх етапах життєвого циклу.* Індикатор є стимулятором (S), який характеризує рівень інституційної бази, науково-технічної та сервісної підтримки функціонування об'єктів енергетики протягом їх життєвого циклу (від виникнення ідеї до зняття з експлуатації, утилізації відходів та рекультивациі земель: проєктування, будівництво, монтаж та налагодження, введення в експлуатацію, експлуатація, зняття з експлуатації).

Поточне значення індикатора *процеси та інфраструктура з підтримки на всіх етапах життєвого циклу* станом на 2020 р. визначено на рівні 66 %, тобто

перевищило нижній поріг. Така оцінка пояснюється експертами зрушеннями у поводженні з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП) та потенційною можливістю введення в експлуатацію у 2021 р. централізованого сховища для ВЯП. Цільове значення індикатора (75 %) вибрано залежно від проектного бачення майбутнього стану енергетичної інфраструктури, пріоритетів науково-технічного розвитку країни, захисту довкілля та відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

(42) Інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура. Індикатор є стимулятором (S), характеризує рівень інституцій та регламентування обміну інформацією, а також наявність процедур отримання, аналізу та використання інформації всіма зацікавленими суб'єктами як у межах системи, так і поза її межами (підготовка та оприлюднення звітів щодо фінансово-економічних результатів, виконання планованих заходів та досягнення цілей; інформування клієнтів та стейкхолдерів; формування позитивного іміджу; формування громадської думки та суспільної свідомості).

Поточне значення індикатора *інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура* станом на 2020 р. визначено на рівні 62 %, що суттєво нижче оцінки 2019 р. (72 %). Така оцінка пояснюється експертами незадовільною комунікацією великих державних енергетичних компаній. Цільове значення індикатора (87,5 %) було вибрано з урахуванням проектного бачення майбутнього стану управління у сфері енергетики та національної безпеки, відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

Результати інтегральної згортки для показника блоку «Інституційно-організаційне забезпечення» наведено на *рис. 34*.

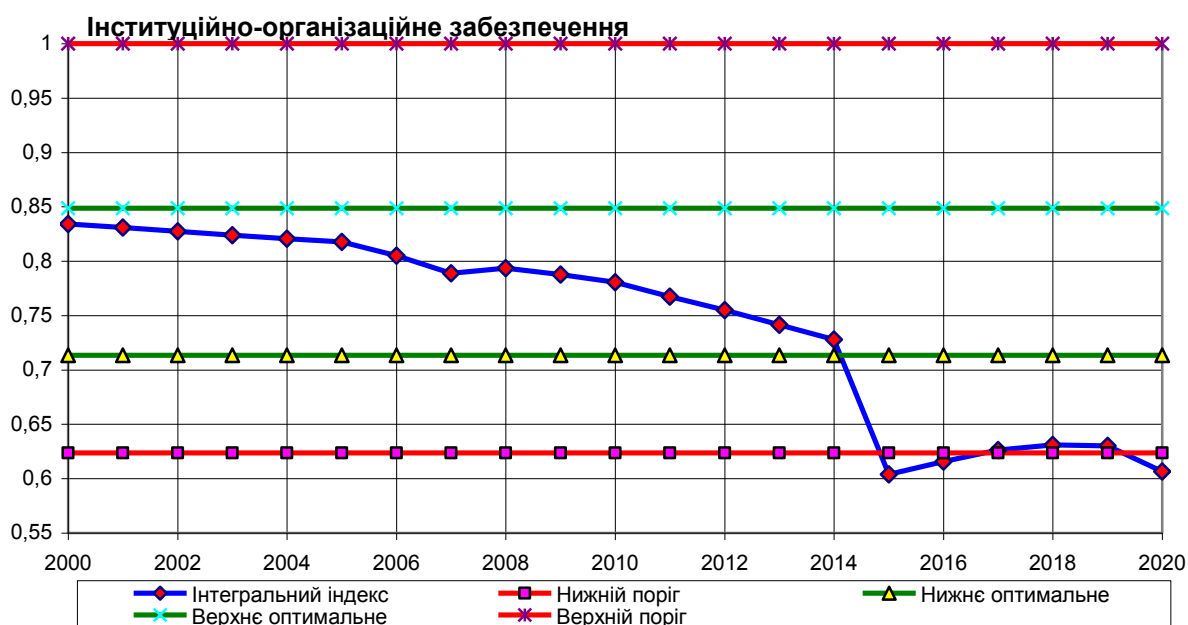


Рис. 34. Інституційно-організаційне забезпечення – інтегральний індекс.

Зазначимо прогресуюче погіршення інтегрального індексу «Інституційно-організаційне забезпечення», який з 2015 р. різко знизився до

критичного рівня та вийшов за межі нижнього критичного порогу. Така динаміка пояснюється непослідовністю рішень щодо реформування системи управління, що супроводжувалося, з одного боку, руйнуванням старої організаційно-інституційної структури системи управління, а з іншого – затримками із запровадженням нових інституцій, прогресуючим падінням рівня кваліфікації персоналу паливно-енергетичного комплексу країни, невідповідністю системи підготовки та перепідготовки кадрів щодо поточних вимог та рівня загроз енергетичній безпеці.

Різде погіршення показника, починаючи з 2014 р., зумовлене також низьким рівнем запровадження нових моделей функціонування енергетичних ринків України та руйнуванням зав'язків (виробничих, інституційних тощо) унаслідок російської агресії.

Блок «Якість реалізації політики»

З точки зору системного підходу індикатори цього блоку слугують характеристикою якості матеріалу, що використовується в управлінні сферою енергетичної безпеки чи визначає результати діяльності системи управління.

Блок «Якість реалізації політики» містить індикатори: (43) *прогнозованість і послідовність політики*; (44) *рівень залученості до енергетичних ринків ЄС*; (45) *рівень тіншового навантаження капіталу в ПЕК*; (46) *якість державної політики*; (47) *якість кадрів (технічних та управлінських)*; (48) *відповідність політики завданням, що постають перед системою*.

Визначення індикаторів здійснюється переважно експертним методом. Вектори порогових значень індикаторів (за експертними оцінками у відсотках від максимальної потреби) наведено у *табл. 10*, а динаміку цих індикаторів відображено на *рис. 35*.

Таблиця 10.

Порогові та цільові значення індикаторів для оцінювання стану енергетичної безпеки України. Складова частина «Захищеність національних інтересів», блок «Якість реалізації політики»

Пороги / Інфраструктура та процеси	Прогнозо- ваність і послідовн- ість	Рівень залу- ченості до енергетичних ринків ЄС	Рівень тіншового навантаженн- я капіталу	Якість державної політики	Якість кадрів	Відповідні- сть завданням
Нижній поріг, %	50	20	17	70	60	70
Нижнє оптимальне, %	60	50	10	80	70	85
Верхнє оптимальне, %	80	60	7	90	90	95
Верхній поріг, %	100	80	3,5	100	100	100
Цільове значення, %	70	55	8,5	85	80	90
Вага для згортки	0,1347	0,1877	0,1899	0,1595	0,1435	0,1846

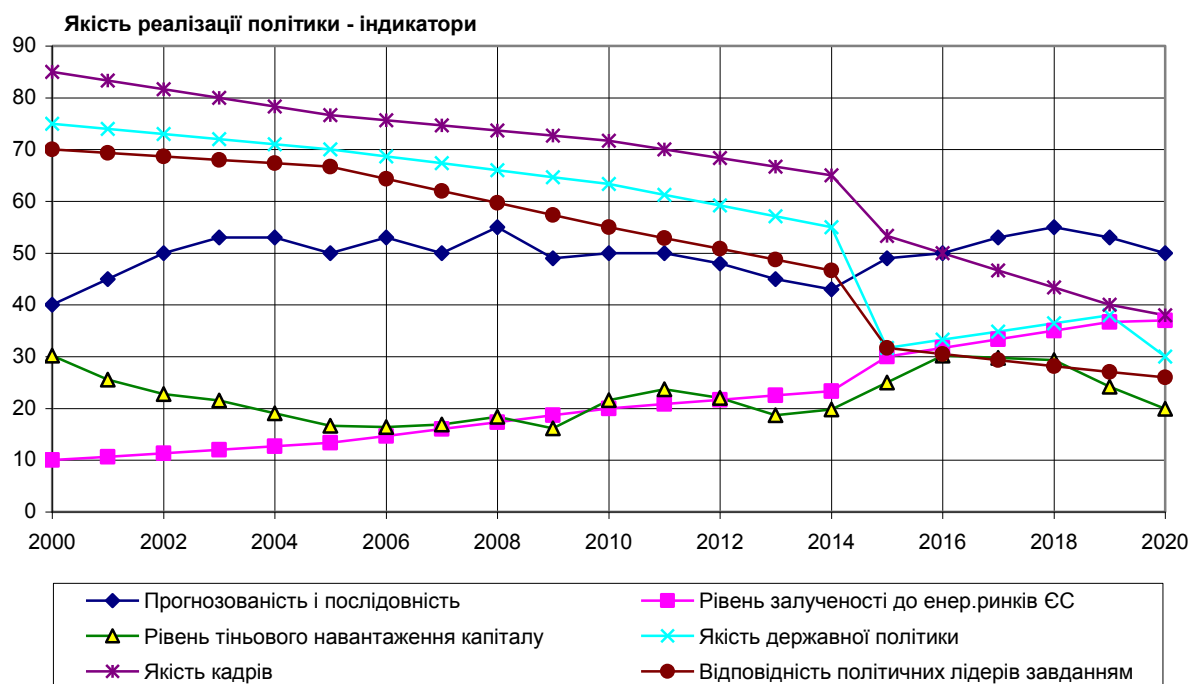


Рис. 35. Динаміка індикаторів якості реалізації політики.

(43) Прогнозованість та послідовність змін політики й регуляторних змін.

Індикатор є стимулятором (S) і характеризує наявність інституційної бази, законодавчого забезпечення та організації управлінської діяльності, спрямованої на формування й реалізацію планів довгострокового розвитку енергетики країни з урахуванням вимог національної безпеки.

З точки зору системного підходу такий індикатор є характеристикою інституційно-організаційного забезпечення системи.

Обчислюють значення індикатора експертним методом.

Поточне значення індикатора *прогнозованість та послідовність змін політики та регуляторних змін* станом на 2019 рік визначено на рівні 53 %, а у 2020 р. – 50 %. Цільове значення індикатора (70 %) експерти встановили, враховуючи проєктне бачення бажаної моделі управління в країні та системи регулювання енергетичних ринків; значення відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

(44) Рівень залученості до ринків ЄС. Індикатор визнано стимулятором (S), який свідчить про відповідність організації роботи ринків ПЕР в Україні вимогам конкурентної ринкової економіки. Поточна динаміка індикатора та вектор порогових значень розраховуються за експертними оцінками.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує цілісну систему, зокрема характеризує місце та роль країни у взаємовідносинах з більшими системами. Для України цей індикатор свідчить про ступінь її взаємодії та взаємозалежності з більшим регіональним ринком (ЄС).

Поточне значення індикатора *рівень залученості до ринків ЄС* станом на 2019 р. складає 36,7, а у 2020 р. – 37 %. при цільовому значенні 55 %. Значення індикатора встановлено з урахуванням думок експертів щодо важливості співпраці в енергетичній сфері саме з країнами ЄС та поточного рівня торгівлі в енергетичній сфері; цільове значення відповідає середині оптимального діапазону.

(45) Рівень тіньового навантаження капіталу в ПЕК. Індикатор визнано дестимулятором (*D*), він визначає відсоток основних засобів підприємств ПЕК, задіяних у виробництві тіньової ВДВ.

З точки зору системного підходу цей індикатор характеризує процесуальність системи. Індикатор характеризує суспільно-політичні відносини, які зумовлюють непрозорість економічних відносин, що визначають привабливість системи для тіньової (корупційної) діяльності.

Розраховується в моделі сукупної пропозиції як складової частини макроекономічної моделі «Альфа» через обчислення коефіцієнта навантаження капіталу за наявності чи відсутності тіньової економіки, як різниця між двома вимірами навантаження капіталу [1].

Рівень тіньового навантаження капіталу залежить від загального рівня тінізації економіки, який пов'язаний зі значенням індикатора «частка оплати праці у випуску». Тому визначення вектора граничних значень індикатора «рівень тіньового навантаження капіталу» здійснюється через макроекономічні зв'язки у моделі загальної економічної рівноваги при різних значеннях частки оплати праці у випуску ПЕК (0,2; 0,26; 0,32; 0,382).

Поточне значення індикатора *рівень тіньового навантаження капіталу* у 2019 р. було 24,2 % від офіційного, а у 2020 р. – 19,9 %. Цільове значення цього індикатора (8,5 %) визначено з оглядом на показники країн ЄС та відповідає середині оптимального діапазону.

(46) Якість управління. Індикатор є стимулятором (*S*), який характеризує ефективність та результативність управління системою.

Цей індикатор характеризує якість елементів системи управління в енергетичній сфері. Обчислення значень індикатора здійснюється експертним методом. Поточне значення індикатора *якість управління* станом на 2019 рік визначено на рівні 38,0 %, а у 2020 р. – 30,0 %. Цільове значення індикатора – а це 85 % – встановлювалося щодо проектного бачення бажаної якості елементів, процесів та функцій системи й відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

(47) Якість кадрів (технічних та управлінських). Індикатор є стимулятором (*S*), який характеризує відповідність персоналу елементів системи визначеним цілям, що свідчатиме про спроможність системи забезпечити її проектне функціонування, здатність до розвитку та реагування на дестабілізуючі чинники.

Цей індикатор характеризує якість складових частин системи. Значення індикатора встановлюється експертним методом.

Поточне значення індикатора *якість кадрів (управлінських, технічних та допоміжних)* станом на 2019 р. визначено на рівні 40,0 %, а у 2020 р. – 38,0 %. Цільове значення індикатора вибрано у 80 % залежно від проектного бачення бажаної якості елементів, процесів та функцій системи, відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону.

(48) Відповідність цілей державної політики завданням, що постають перед системою. Індикатор є стимулятором (*S*), характеризує адекватність

цілепокладання у системі, його відповідність вимогам забезпечення безпеки, стійкості та розвитку системи.

Зазначений індикатор характеризує якість керівного контуру системи. Значення індикатора обчислюються експертним методом.

Поточне значення індикатора *відповідність цілей державної політики завданням, що постають перед системою*, станом на 2019 р. визначено на рівні 27 %, а у 2020 р. – 26 %. Цільове значення індикатора вибрано у 90 % відповідно до проєктного бачення й відповідає середині експертно визначеного оптимального діапазону (рис. 42).

Результати інтегральної згортки для показника блоку «Якість реалізації політики» станом на 2020 р. наведено на рис. 36.

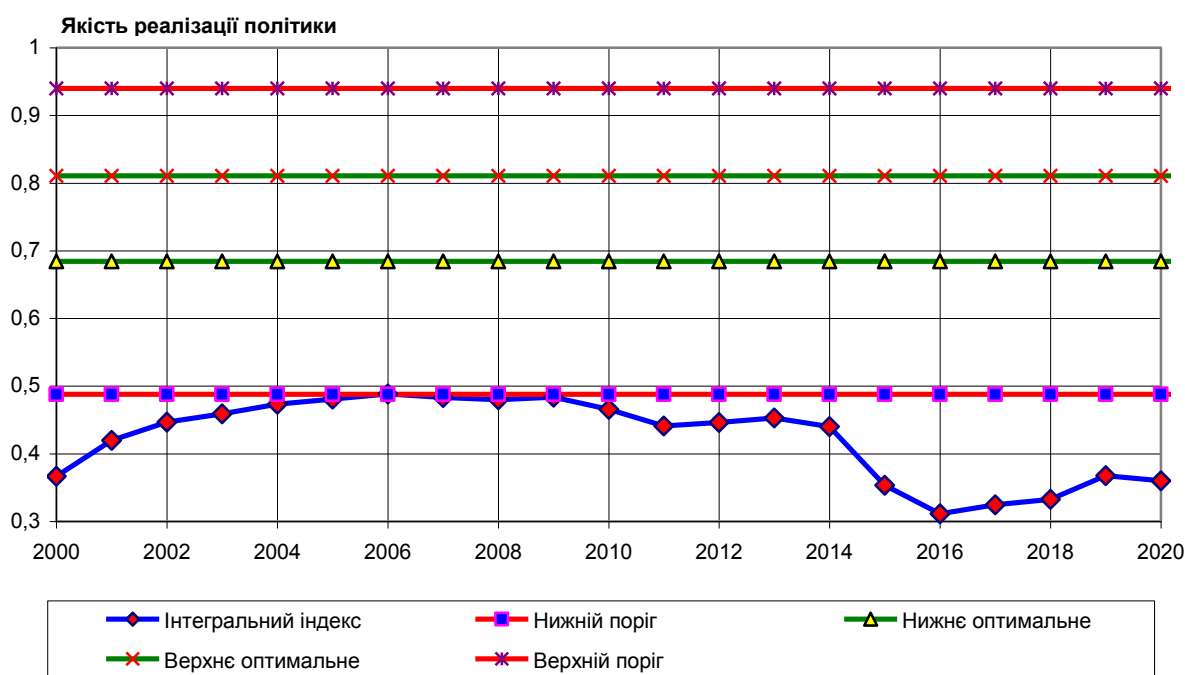


Рис. 36. Якість реалізації політики – інтегральний індекс.

Динаміка цього індикатора пояснюється поступовим падінням рівня кваліфікації керівної ланки системи управління; вимиванням кваліфікованого персоналу органів виконавчої влади та енергетичних компаній; невідповідністю системи підготовки та перепідготовки кадрів поточним вимогам та рівню загроз енергетичній безпеці. Різке погіршення показника, починаючи з 2014 р., зумовлене також наслідками російської агресії, а також надмірною політизацією управлінських рішень у сфері енергетики в останні роки.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

I. Складова частина «Ресурсна достатність» оцінює ресурсну забезпеченість за видами ПЕР та енергетичний баланс країни з точки зору їх відповідності обраним стратегічним орієнтирам.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Ресурсна достатність» формують індикатори: (1) *задоволення потреб з власних джерел за видами ПЕР*; (2) *вартість імпорту енергоресурсів для країни*; енергетичний баланс; (3) *нафта та нафтопродукти*; (4) *природний газ*; (5) *вугілля*; (6) *ядерна енергія*; (7) *гідроенергія*; (8) *сонячна та вітрова енергія*; (9) *біоенергетика*.

Результати інтегральної згортки для показника «Ресурсна достатність» станом на 2020 р. наведено на *рис. 37*.

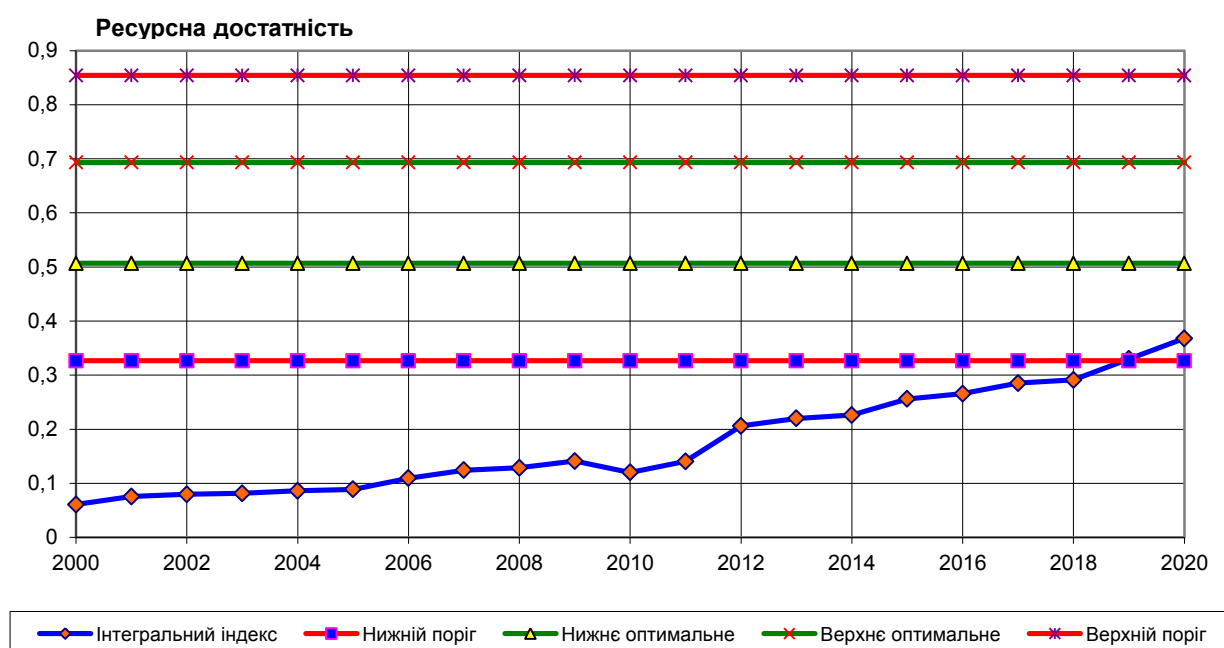


Рис. 37. Ресурсна достатність – інтегральний індекс.

Джерело : Розрахунки авторів.

Динаміка цієї складової частини свідчить про поступове наближення значень параметрів до цільових. Зокрема відзначається вирівнювання структури енергобалансу країни та відповідно зменшення частки вугілля та природного газу. Така тенденція загалом сприяє збалансованості ролі різних видів енергоресурсів у задоволенні потреб споживачів та є запобіжником виникнення кризової ситуації у випадку припинення постачання одного з видів енергоресурсів.

II. Складова частина «Економічна доступність» оцінює фінансово-економічну можливість отримання населенням паливно-енергетичних ресурсів у достатній кількості та належної якості.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Економічна доступність» формують індикатори: (10) *вартість витрат на енергоресурси для країни, % ВВП*; (11) *енергоспоживання на 1 ос., т.н.е./рік*; (12) *споживання електроенергії на 1 ос., МВт*год/рік*; (13) *рівень витрат на забезпечення*

житлово-комунальних послуг, % від сукупних ресурсів; (14) *якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії)*, % послуг, що за експертною оцінкою відповідають вимогам якості.

Результати інтегральної згортки для показника «Економічна доступність» станом на 2020 р. наведено на *рис. 38*.

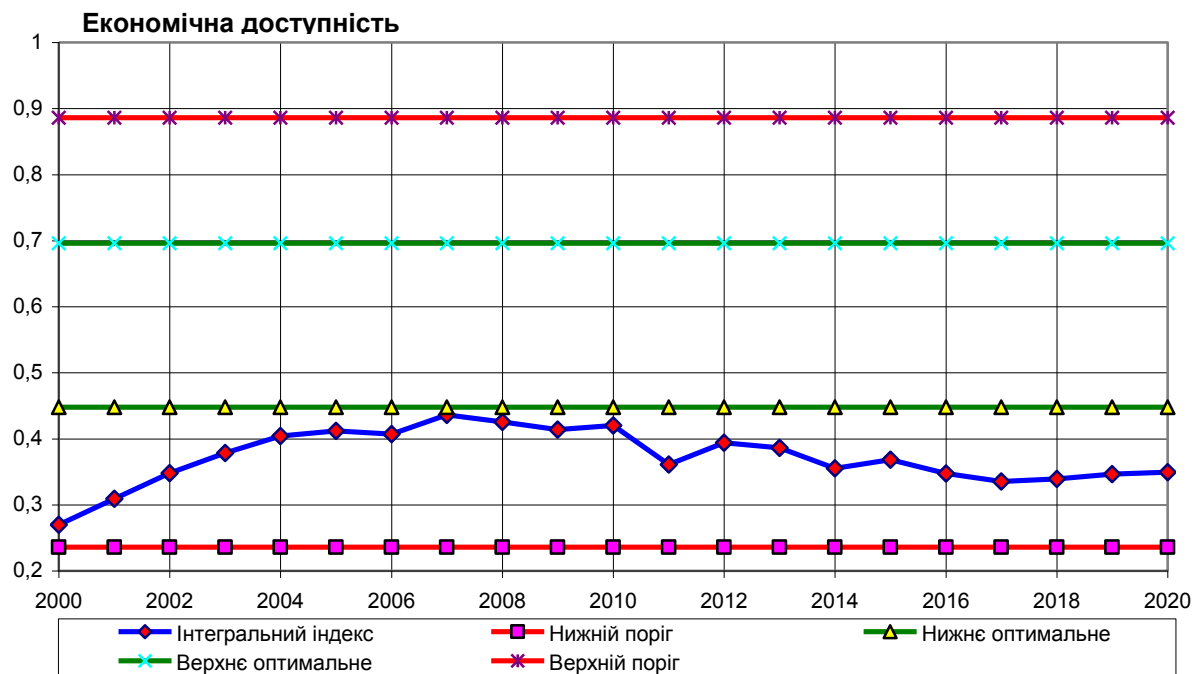


Рис. 38. Економічна доступність – інтегральний індекс.

Джерело : Розрахунки авторів.

Динаміка складової частини «Економічна доступність» інтегрального індикатора енергетичної безпеки свідчить про існування системних проблем у цій сфері. Хоча спостерігалось поліпшення ситуації у період економічного зростання (2000–2008 рр.), у подальшому ситуація погіршилася. Починаючи з 2011 р., значення складової частини фактично не змінилися, залишаючись у критичній (червоній) зоні.

З 2006 р. зберігається фактично незмінно високий рівень витрат країни на енергозабезпечення суспільства та національної економіки при загальному падінні рівня енергоспоживання на одну людину, що свідчить про загальну неефективність системи планування розвитку економіки та енергетики. При цьому рівень видатків домогосподарств на енергозабезпечення не зменшується (навпаки з 2014 р. різко зріс), що загрожує виникненню в Україні явища «енергетичної бідності». Спостерігається погіршення якості надання енергетичних послуг, що також негативно впливає на цю складову частину інтегрального індексу.

III. Складова частина «Економічна ефективність» оцінює фінансову-економічну привабливість інвестування у розвиток паливно-енергетичного комплексу країни.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Економічна ефективність» формують індикатори: (15) *валовий внутрішній продукт у розрахунку на одну особу*, тис. дол. США; (16) *рівень інвестування підприємств*

ПЕК, % випуску ПЕК; (17) **рівень оновлення основних засобів ПЕК**, % (експертна оцінка); (18) **рівень тінізації паливно-енергетичного комплексу**, % ВДВ ПЕК; (19) **рівень оплати праці в ПЕК**, частка випуску ПЕК; (20) **концентрація енергетичних ринків за індексом Герфіндаля-Гіршмана**, індекс (за постачальниками).

Результати інтегральної згортки для показника «Економічна ефективність» станом на 2020 р. наведено на *рис. 39*.

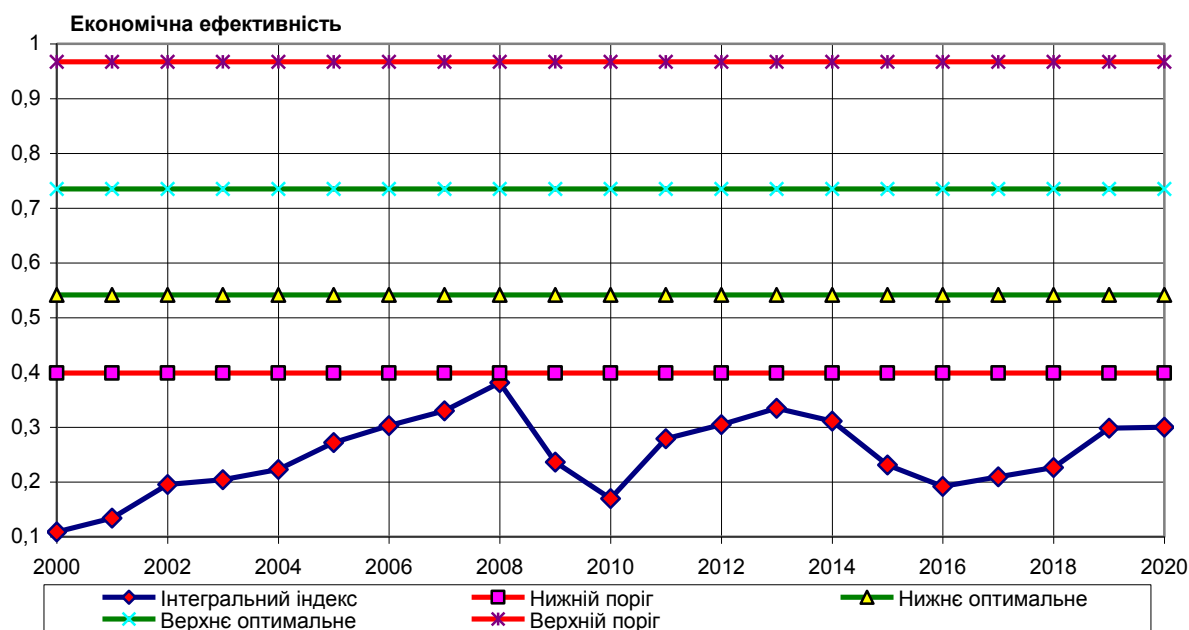


Рис. 39. Економічна ефективність – інтегральний індекс.

Джерело : Розрахунки авторів.

Динаміка складової частини «Економічна ефективність» інтегрального індексу демонструє відсутність суттєвого прогресу з підвищенням ефективності використання енергоресурсів. Деяке поліпшення ситуації спостерігалось у період 2000–2008 рр., що пояснюється більше відновленням завантаженості існуючих на той час виробничих потужностей унаслідок економічного пожвавлення. Починаючи з 2008 р., суттєвого поліпшення показників енергоефективності не спостерігається, що загалом свідчить про неефективність політики держави у цій сфері.

Рівень інвестування в оновлення основних фондів паливно-енергетичного комплексу країни залишається недостатнім, а рівень оновлення основних фондів падає, особливо починаючи з 2008 р. Неефективна економічна політика держави стимулює збереження високого рівня тіньової діяльності в енергетичній сфері. Зберігається високий рівень монополізації ринків. Усе це зумовлює низький рівень не тільки інвестицій у розвиток енергетичної інфраструктури, але й оплати праці у галузі порівняно з іншими країнами.

IV. Складова частина «Енергетична ефективність» оцінює ефективність використання країною енергоресурсів при їх перетворенні у добробут населення, умови життєдіяльності, економічний розвиток та спроможності накопичення.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Енергетична ефективність» формують індикатори: (21) *енергоємність валового внутрішнього продукту*, т н. є./1000 дол. США; (22) *рівень тіньового споживання*, % ВВП; (23) *частка паливно-енергетичного комплексу у ВВП*, % ВДВ ПЕК у ВВП; (24) *рівень загальних втрат енергетичних ресурсів (баланс)*, % від загального постачання; (25) *рівень витрат ПЕР на перетворення в інші форми ресурсів /енергії*, % від загального постачання; (26) *рівень втрат у мережах теплопостачання*, % від передачі; (27) *рівень втрат у мережах електропостачання*, % від передачі.

Результати інтегральної згортки для показника «Енергетична ефективність» станом на 2020 р. наведено на *рис. 40*.

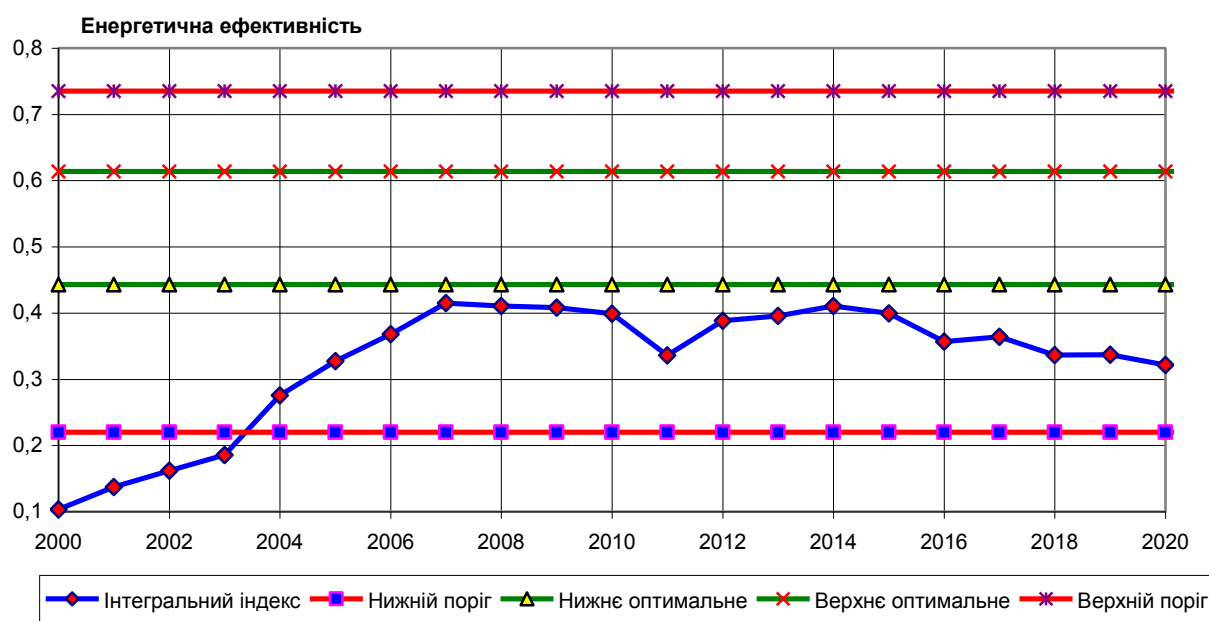


Рис. 40. Енергетична ефективність – інтегральний індекс.

Джерело : Розрахунки авторів.

Динаміка інтегрального індексу «Енергетична ефективність», яка у період з 2000 р. по 2007 р. наближалася до нижнього оптимального порогу, після 2014 року стала негативною. Варто зазначити, що період поліпшення рівня енергоефективності пояснюється більше відновленням економічної активності, зростанням рівня завантаженості виробничих потужностей та наближенням роботи обладнання до номінальних параметрів. З припиненням високої динаміки економічного зростання рівень енергетичної ефективності країни став знижуватися, що пояснюється як погіршенням технічного та технологічного стану галузей національної економіки, так і падінням рівня завантаженості потужностей.

Більше того, рівень інвестування в оновлення основних фондів не зростає, а падає з 2008 р., технічний стан енергоспоживаючого обладнання погіршується, втрати при перетворенні та транспортуванні енергоресурсів й енергії залишаються занадто високими і мають тенденцію до зростання (особливо щодо втрат теплової енергії). При цьому залишається високою частка витрат на енергетичні потреби (використання первинних енергоресурсів для їх перетворення у кінцеві форми енергії для споживання).

V. Складова частина «Екологічна прийнятність» оцінює екологічну сприятливість функціонування паливно-енергетичного комплексу.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Екологічна прийнятність» формують 5 індикаторів: (28) **рівень викидів CO₂ на первинне постачання (TPES)**, т CO₂/т н. е.; (29) **рівень викидів CO₂ на ВВП**, кг CO₂/ дол. США; (30) **вуглецеємність кінцевого споживання**, г CO₂/МДж; (31) **рівень викидів CO₂ від електро- та теплогенеруючих установок**, % від сукупних ресурсів; (32) **рівень ВДЕ в енергобалансі**, % кінцевого споживання.

Результати інтегральної згортки для показника «Екологічна прийнятність» станом на 2020 р. наведено на *рис. 41*.

Відзначається позитивна динаміка інтегрального індексу «Екологічна прийнятність», що з 2000 р. поступово наближається до нижнього оптимального рівня. Така динаміка свідчить як про зниження рівня викидів парникових газів (що пояснюється передусім падінням енерговикористання у національній економіці внаслідок падіння обсягів виробництва), так і про різке зростання частки відновлюваних джерел енергії, починаючи з 2014 р. (хоча це створює виклики забезпечення стійкості роботи енергосистеми країни).

Водночас спостерігається збереження та зростання рівня викидів від електро- та теплогенеруючих установок, що може надалі суттєво обмежити позитивну динаміку цієї складової частини інтегрального індексу.

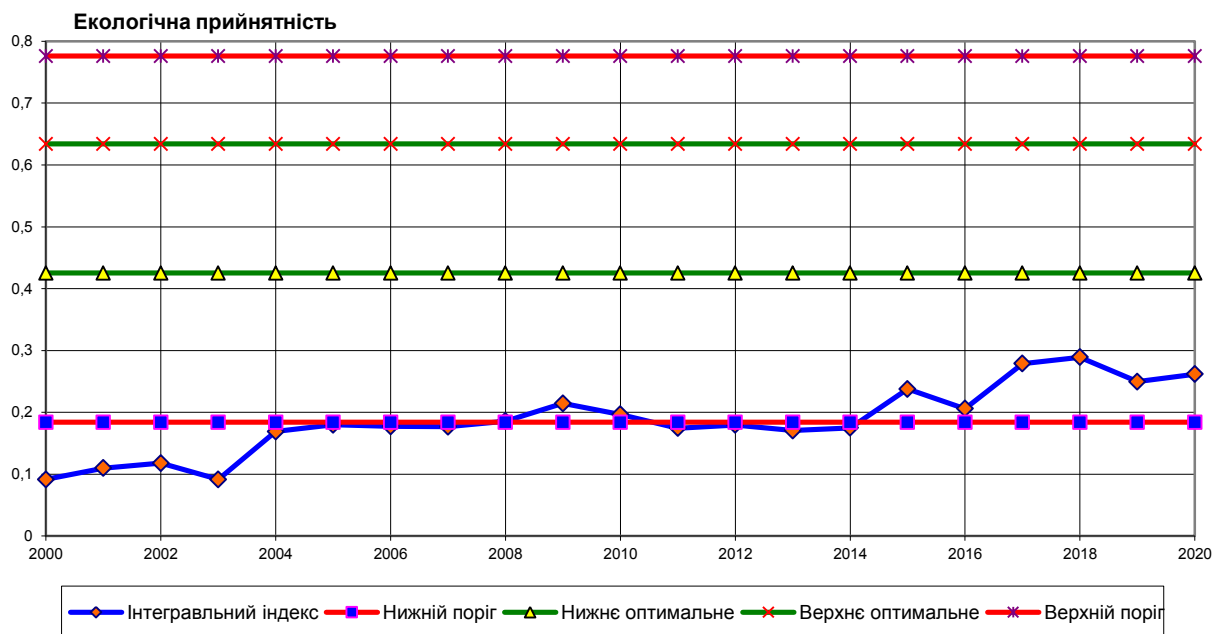


Рис. 41. Екологічна прийнятність – інтегральний індекс.

Джерело : Розрахунки авторів.

VI. Складова частина «Стійкість функціонування енергетичного сектору» оцінює спроможність країни пом'якшувати загрози сталому функціонуванню та розвитку паливно-енергетичного комплексу, а також адекватно реагувати на загрози виникнення кризових ситуацій у сфері енергетичної безпеки.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Стійкість функціонування енергетичного сектору» формують індикатори: (33) **частка найбільшого постачальника в імпорті**, % загального обсягу імпорту; (34) **рівень технологічної залежності імпорту/експорту з одного джерела (за видами енергетичних**

технологій), % (експертна оцінка); (35) *обсяг запасів /резервів (за видами ПЕР)*, місяців споживання; (36) *індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні (SAIDI)*, хв/рік; (37) *ефективність системи реагування на кризові ситуації*, % (експертна оцінка).

Результати інтегральної згортки для показника «Стійкість функціонування енергетичного сектору» станом на 2020 р. наведено на *рис. 42*.

Зазначимо позитивну динаміку складової частини «Стійкість функціонування енергетичного сектору» інтегрального індексу, який однак лише наблизився до нижнього критичного порогу у 2020 р. Така динаміка зумовлена поступовим скороченням залежності країни від одного постачальника енергетичних ресурсів і технологій. Зокрема залежність України від РФ щодо постачання енергоресурсів знизилась з 80 % у 2000 р. до 40 % у 2020 р., а технологій – з 84 % до 59 %.

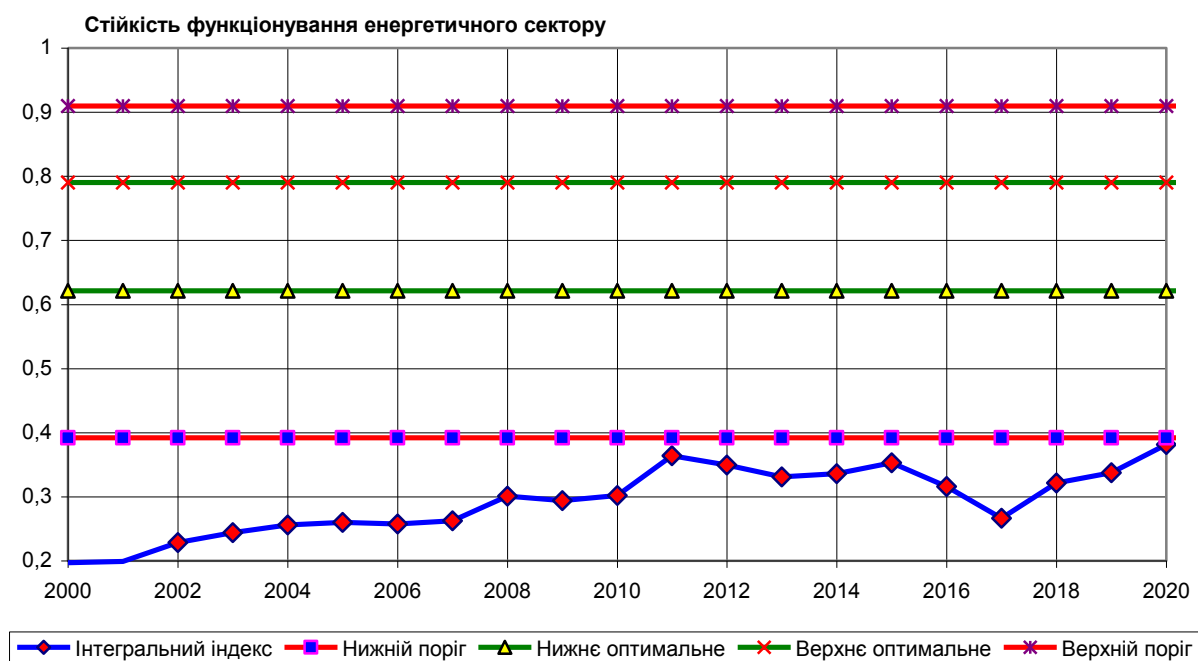


Рис. 42. Стійкість функціонування енергетичного сектору – інтегральний індекс.

Джерело : Розрахунки авторів.

Водночас усе ще залишається незадовільним рівень формування запасів енергоресурсів /обладнання на випадок виникнення кризової ситуації, зберігається високий рівень перерв у енергопостачанні. Система кризового реагування не розвинена, що у сукупності з іншими чинниками впливу може негативно позначитися на стійкості функціонування енергетичного сектору країни.

VII. Складова частина «Захищеність національних інтересів» оцінює спроможність системи забезпечення енергетичної безпеки визначати пріоритети реалізації національних інтересів, її організаційно-інституційну спроможність реалізовувати відповідну політику на внутрішніх та зовнішніх ринках.

Динаміку складової частини інтегрального індексу «Захищеність національних інтересів» формують індикатори: **(I) Блок «Інституційно-організаційне забезпечення»:** (38) *виробничі процеси та*

інфраструктура; (39) управлінські процеси та інфраструктура; (40) допоміжні та сервісні процеси й інфраструктура; (41) процеси та інфраструктура з підтримання об'єктів на всіх етапах життєвого циклу; (42) інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура; (II) Блок «Якість реалізації політики»: (43) прогнозованість і послідовність політики; (44) рівень залученості до енергетичних ринків ЄС; (45) рівень тіньового навантаження капіталу в ПЕК; (46) якість управління; (47) якість кадрів (технічних та управлінських); (48) відповідність цілей державної політики завданням, що постають перед системою. Інтегральна згортка двох складових частин: інституційно-організаційного забезпечення та якості державної політики дає загальне уявлення інтегрального індексу захищеності національних інтересів, наведене на *рис. 43*, й свідчить про критично недостатній рівень захисту національних інтересів України.

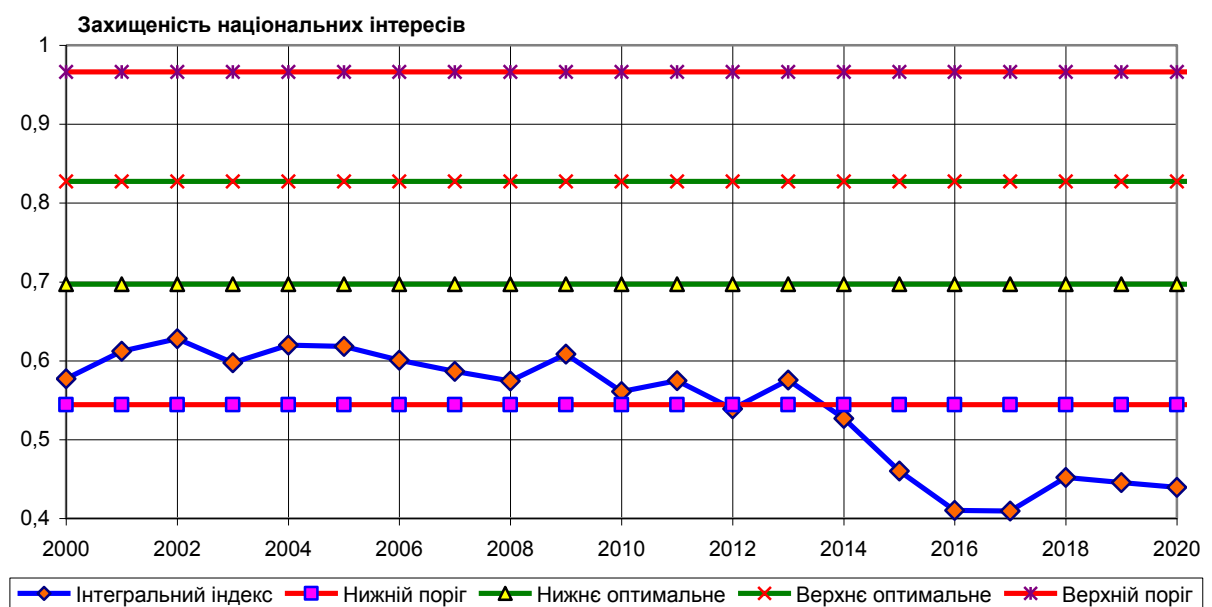


Рис. 43. Захищеність національних інтересів – інтегральний індекс.
Джерело : Розрахунки авторів.

Зазначимо прогресуюче погіршення складової частини «Захищеність національних інтересів» інтегрального індексу енергетичної безпеки, який з 2015 р. різко знизився до критичного рівня та вийшов за межі нижнього критичного порогу.

Така динаміка пояснюється непослідовністю управлінських рішень щодо реформування системи управління енергетикою, що супроводжувалось, з одного боку, руйнуванням старої організаційно-інституційної структури системи управління, а з іншого – затримками із запровадженням нових інституцій, а також прогресуючим падінням рівня кваліфікації керівного персоналу у сфері реалізації енергетичної політики країни.

Різне погіршення показника, починаючи з 2014 р., зумовлене також низьким рівнем запровадження нових моделей функціонування енергетичних ринків України, наслідками російської агресії та надмірною політизацією управлінських рішень у сфері енергетики в останні роки.

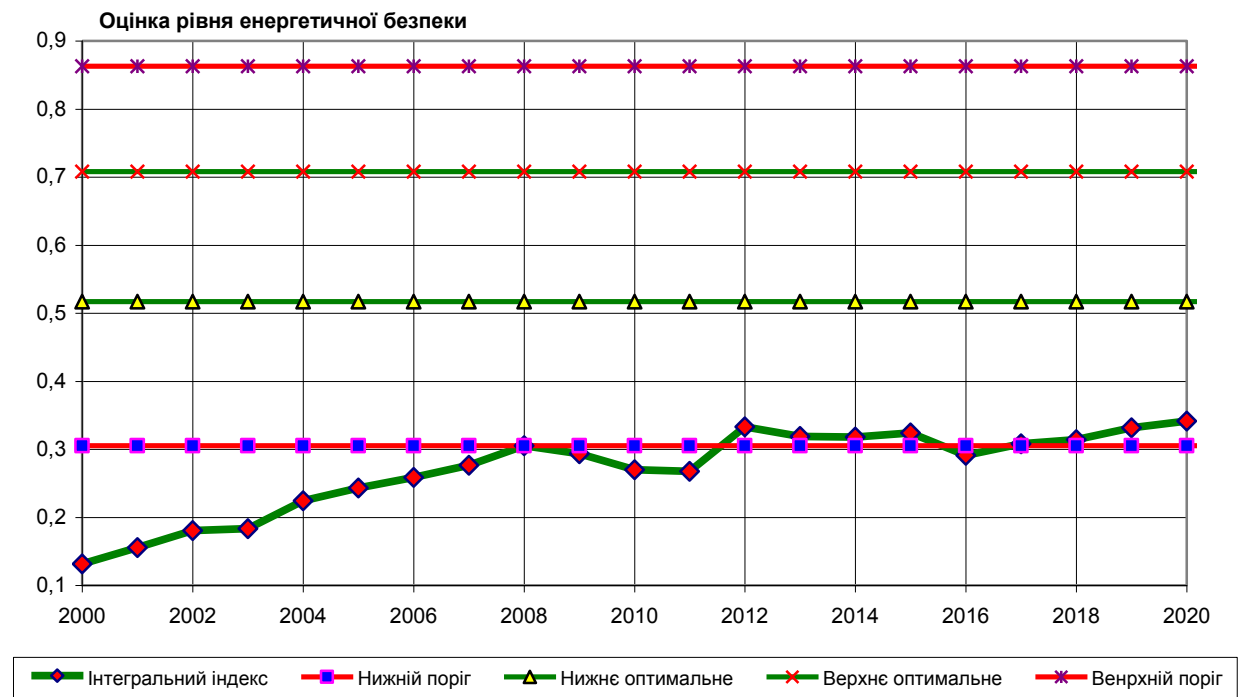


Рис. 45. Рівень енергетичної безпеки України упродовж періоду з 2000 р. до 2020 р.
Джерело : Розрахунки авторів.

Як засвідчують розрахунки, рівень енергетичної безпеки майже за всі роки незалежності України завжди перебував у критичній (червоний) зоні – нижче нижнього порогового значення, за винятком певного поліпшення у 2019–2020 рр. Усі складники інтегрального індексу енергетичної безпеки України відстають від оптимального рівня, хоча і з деякими відмінностями щодо динаміки.

Динаміка інтегральних індексів порівняно з інтегральними пороговими значеннями є яскравим свідченням результативності політики у цій сфері. Завдання політики – перевести інтегральний індекс спочатку у ризикову (помаранчеву) зону – між нижнім пороговим та нижнім оптимальним, а потім – у оптимальну (зелену) зону сталого розвитку через запровадження відповідних заходів.

Проведене моделювання лише демонструє використання системного підходу та стратегічного планування з метою оцінювання рівня енергетичної безпеки. Відповідно до конкретних практичних завдань чи зміни стратегічних цілей у сфері енергетичної безпеки (через прийняття нових редакцій Енергетичної стратегії та Стратегії енергетичної безпеки) набір індикаторів оцінки, порогових та цільових значень може бути уточнений.

Запропонована методологія дозволяє адаптуватись до нових вимог суб'єкта управління та, за деякого спрощення, сформулювати методичний інструмент самостійного оцінювання органами державної влади стану справ у відповідній сфері, оцінювати необхідні йому характеристики системи та здійснювати планування своїх дій.

ВИСНОВКИ

Дослідження проблем енергетичної безпеки є доволі складним завданням, оскільки не існує єдиного методологічного підходу до виділення сфери енергетичної безпеки, як об'єкта дослідження, та оцінки її стану. Складність опису енергетичної безпеки полягає в тому, що виокремлення цього об'єкта потребує врахування різних аспектів життєдіяльності країни.

Пропонована робота є подальшим розвитком системного підходу до досліджень у сфері енергетичної безпеки. Застосування системного підходу дозволяє збалансувати об'єктивну змінність потрібного набору параметрів для адекватної оцінки енергетичної безпеки відповідно до зміни зовнішнього середовища (технологічного та економічного розвитку, зміни геополітичних, кліматичних умов, специфіки функціонування енергетики країни тощо), сформувати сталий методологічний підхід до їх вибору, виходячи з практичних потреб дослідника (країни, галузі тощо).

Системний підхід дає змогу описати енергетичну безпеку як об'єкт управління через визначення окремих параметрів об'єкта, а саме: система як ціле (роль та місце у більшій системі); елементи та зв'язки системи (інституційна та організаційна структура об'єкта); функції й ролі (регламентує завдання її елементів, їх відповідність установленим вимогам); процеси системи (керіваність, взаємодія елементів, їх результативність та ефективність); матеріал системи (якісні характеристики системи, її елементів, зв'язків, процесів).

Системний підхід дозволяє узгодити підходи до розуміння енергетичної безпеки як спроможності системи і стану захищеності, слугує методологічним інструментом ідентифікації чинників впливу на стан енергетичної безпеки з урахуванням місця та ролі енергетичної безпеки у системі національної безпеки, визначення цільових стратегічних орієнтирів.

На основі універсальної методології аналізу чинників впливу на об'єкт дослідження розроблено інтегровану багатофакторну модель енергетичної безпеки через визначення індикаторів оцінки рівня енергетичної безпеки. Здійснено обґрунтування меж безпечного існування як формалізованого визначення вектора порогових значень індикаторів, застосування мультиплікативної форми інтегрального індексу, комбінованого методу нормування, визначення динамічних вагових коефіцієнтів, почергової інтегральної згортки індикаторів та їх структурних елементів порівняно з відповідними інтегральними пороговими значеннями, що дає змогу визначити рівень енергетичної безпеки та обґрунтувати цільові стратегічні орієнтири структурної трансформації сфери енергетичної безпеки.

З урахуванням окреслених підходів запропоновано систему індикаторів визначення рівня енергетичної безпеки за відповідними складовими частинами на підставі компромісу між складністю та спрощеністю, яка налічує 48 індикаторів. Відмітною особливістю переліку індикаторів енергетичної безпеки є наявність тінювих індикаторів, обчислених методом «соціальної справедливості» [22], без урахування яких визначення рівня енергетичної безпеки не відповідатиме дійсності.

За результатами моделювання розраховано динаміку індикаторів оцінювання рівня енергетичної безпеки у період 2000–2020 рр, складових частин інтегрального індикатора (7 складових частин, згрупованих відповідно до визначених Стратегією

енергетичної безпеки стратегічних цілей) та загального інтегрального індикатора енергетичної безпеки.

Відповідно розрахунків, рівень енергетичної безпеки України за цей період переважно перебував у критичній (червоний) зоні – нижче нижнього порогового значення. Усі складники інтегрального індексу енергетичної безпеки України відстають від оптимального рівня, хоча і з певними відмінностями щодо динаміки.

Застосування розробленої моделі визначення рівня енергетичної безпеки, розрахунку динаміки індикаторів, складових частин енергетичної безпеки може слугувати практичним інструментом визначення поточного стану справ у сфері дослідження, визначення проблемних питань та оцінювання ефективності /неефективності дій органів державної влади з реалізації політики забезпечення енергетичної безпеки України.

Запропонована методологія може бути застосована з метою формування цілей у сфері енергетичної безпеки та проведення моделювання траєкторій «стратегування» [1, 17, 18].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична безпека України: методологія системного аналізу та стратегічного планування : аналіт. доп. / [Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г., Сменковський А. Ю., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П.]; за заг. ред. О. М. Суходолі. – Київ : НІСД, 2020. 178 с.
2. Земляний М. Г. До оцінки рівня енергетичної безпеки. Концептуальні підходи. *Стратегічна панорама*. 2009. № 2. С. 56–63.
3. Бараннік В. О. Енергетична безпека держави: обґрунтування основних складників, залежностей та взаємозалежностей. *Стратегічні пріоритети*. 2012. № 2 (23). С. 40–46.
4. Лір В. Е. Національна енергетична безпека в контексті глобальних цілей сталого розвитку. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. Випуск № 1 (12). С. 77–83.
5. Харазішвілі Ю. М. Ідентифікація рівня енергетичної безпеки України з позицій сталого розвитку. *Економіка промисловості*. 2019. № 4 (88). С. 5–27. URL : <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.03.005>
6. Sovacool B., Brown B. A. (2010). Competing Dimensions of Energy Security: An International Perspective. *Annual Review of Environment and Resource*. 35:1, 77–10. URL : [10.1146/annurev-environ-042509-143035](https://doi.org/10.1146/annurev-environ-042509-143035)
7. Couder J., (2015), Literature Review on Energy Efficiency and Energy Security, including Power Reliability and Avoided Capacity Costs. Retrieved from URL : <https://combi-project.eu/wp-content/uploads/2015/09/D7.1.pdf>
8. APERC (2007). A quest for energy security in the 21st century: Resources and Constraints, Japan: Institute of Energy Economics, pp. 1–113.
9. Azzuni Abdelrahman and Breyer Christian. Definitions and dimensions of energy security: a literature review. *WIREs Energy Environ*. 2018. URL : <https://doi.org/10.1002/wene.268>
10. Winzer, C. (2012). «Conceptualizing energy security», *Energy Policy*, 46(C), 36–48. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.02.067](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.067).
11. Cherp A., & Jewell J. Energy security assessment framework and three case-studies. In: Dryer H., & Trombetta M. J. (Eds.). *International Energy Security Handbook*. Edward Elgar Publishing : 2013 (pp. 146–173).
12. Cherp A., & Jewell J. The concept of energy security. Beyond the four As. *Energy Policy*. 2014, 75(c), 415–421. DOI : [10.1016/j.enpol.2014.09.005](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005)
13. Суходоля О. М. Проблеми визначення сфери регулювання енергетичної безпеки. *Стратегічні пріоритети*. 2019. № 1. С. 5–17.
14. Суходоля О. М., Сменковський А. Ю. Енергетичний сектор України: перспектива реформування чи стагнації. *Стратегічні пріоритети*. 2013. № 2. С. 74–80.
15. Суходоля О. М. Захист критичної інфраструктури в умовах гібридної війни : проблеми та пріоритети державної політики України. *Стратегічні пріоритети*. 2016. № 3. С. 62–76.
16. Суходоля О. М. Системний підхід в оцінюванні стану та цілепокладанні у сфері енергетичної безпеки. *Стратегічна панорама*. 2019. № 1–2. С. 58–72.

17. Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г. Методологічні засади ідентифікації та стратегування рівня енергетичної безпеки України. *Економіка України*. 2020. № 6 (703). С. 20–42. URL : <https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.06.020>
18. Kharazishvili, Y.; Kwilinski, A.; Sukhodolia, O.; Dzwigol, H.; Bobro, D.; Kotowicz, J. The Systemic Approach for Estimating and Strategizing Energy Security: The Case of Ukraine. *Energies* 2021, 14, 2126. URL : <https://doi.org/10.3390/en14082126>
19. Харазішвілі Ю. М. Системна безпека сталого розвитку : інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації : монографія. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ. 2019. 304 с.
20. Харазішвілі Ю. М. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 105927 : метод «ковзної матриці» для визначення динамічних вагових коефіцієнтів. Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності». Київ, 2 липня 2021 р.
21. Схвалення Стратегії енергетичної безпеки : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04. 08. 2021 р. № 907-р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-%D1%80#Text>
22. Харазішвілі Ю. М. Світло та тінь економіки України : резерви зростання та модернізації. *Економіка України*. 2017. № 4(665). С. 22–45.

Параметри індикаторів визначення рівня енергетичної безпеки України

№	Індикатор (I)	Тип	Розмірність	Нижній поріг	Нижній оптимальний поріг	Нижній оптимальний поріг	Верхній поріг	Цільове значення	Фактичне значення станом на 2020 рік
Рівень енергетичної безпеки України (інтегральний індикатор)				0,3051	0,5170	0,7078	0,8628	0,6125	0,3413
I. Ресурсна достатність				0,3267	0,5069	0,6931	0,8541	0,6000	0,3678
1	Задоволення потреб власними ПЕР.	S	% споживання	65	80	94	100	87	62,1
2	Вартість імпорту енергетичних ресурсів.	D	% ВВП	15	10	5	0	7,5	5,131159
	Частка ресурсу в енергетичному балансі:								
3	нафта та нафтопродукти;	D	% у балансі	15	10,2	6,4	3,63	8,3	14,90
4	природний газ;	D	% у балансі	27,6	25,2	21,65	19,73	23,425	27,50
5	вугілля;	D	% у балансі	30	25,4	19,3	16,2	22,35	26,87
6	ядерна й термоядерна енергія;	S	% у балансі	5,1	13,2	21,7	32,2	17,45	24,30
7	гідроенергетика;	S	% у балансі	0,8	0,9	1,0	1,2	0,95	0,6200
8	сонячна і вітрова енергетика;	S	% у балансі	3,2	6,8	13	19,7	9,9	0,8800
9	біоенергетика.	S	% у балансі	3,2	4,12	5,45	7	4,785	3,9500
II. Економічна доступність джерел енергії та енергетичних ресурсів				0,2356	0,4475	0,6959	0,8859	0,5717	0,3495
10	Вартість спожитих енергоресурсів для держави.	D	% ВВП	35	30	20	15	25	29,6
11	Річне споживання електроенергії в розрахунку на одну особу.	S	МВт * год	2,3	5	9,5	14,2	7,25	3,0
12	Річне енергоспоживання в розрахунку на одну особу.	S	т н.е.	2,2	3,56	5,83	8,2	4,695	1,92
13	Частка сукупного доходу домогосподарства, витрачена на оплату житлово-комунальних послуг.	D	%	20	10	7	5	8,5	11,44
14	Якість постачання первинних ресурсів, палива та енергії.	S	% (експертна оцінка)	60	70	90	100	80	72,0
III. Економічна ефективність функціонування енергетичного сектору				0,3988	0,5413	0,7353	0,9675	0,6383	0,2997
15	Валовий внутрішній продукт у розрахунку на одну особу	S	тис. дол. США/людину	15	25	45	80	35	3,7324
16	Рівень інвестування підприємств ПЕК.	S	% випуску ПЕК	13,7	14,5	16,0	18,6	15,25	10,8677
17	Рівень оновлення основних засобів ПЕК.	S	% (експертна оцінка)	4	6	10	15	8	1,63814
18	Рівень тінізації ПЕК.	D	% ВДВ ПЕК	25	15	10	5	12,5	33,19112

№	Індикатор (I)	Тип	Розмірність	Нижній поріг	Нижній оптимальний поріг	Нижній оптимальний поріг	Верхній поріг	Цільове значення	Фактичне значення станом на 2020 рік
19	Рівень оплати праці в ПЕК.	S	частка випуску ПЕК	0,2	0,26	0,32	0,382	0,29	0,208706
20	Концентрація енергетичних ринків за індексом Герфіндаля-Гіршмана.	D	індекс (за постачанням)	2900	1900	895	260	1397	2950
IV. Енергетична ефективність використання енергетичних ресурсів				0,2219	0,4428	0,6138	0,7351	0,5283	0,3214
21	Енергоємність валового внутрішнього продукту.	D	т н. е./1000 дол. США	0,19	0,13	0,09	0,06	0,11	0,2437
22	Рівень тіньового споживання ПЕР.	D	% ВВП	8	5	3	2	4	7,7286
23	Рівень загальних втрат енергетичних ресурсів (баланс).	D	% від загального постачання	10	6	4	2	5	4,2529
24	Частка енергетики у валовому внутрішньому продукті.	D	частка ВДВ ПЕК у ВВП	10,4	9,4	7,8	7	8,6	7,8574
25	Рівень споживання на енергетичні потреби.	D	% від загального постачання	45	35	25	15	30	43,8448
26	Рівень втрат у мережах теплопостачання.	D	% від обсягу передачі	20	15	10	5	12,5	22,8
27	Рівень втрат у електромережах.	D	% від обсягу передачі	15	11	7	4	9	11,34
V. Екологічна прийнятність впливу енергетики на довкілля				0,1839	0,4252	0,6340	0,7759	0,5296	0,2618
28	Рівень викидів CO ₂ на ТРЕС.	D	т CO ₂ /т н. е.	2,15	1,8	1,38	0,91	1,59	1,87
29	Рівень викидів CO ₂ на одиницю ВВП.	D	кг/дол. США	0,82	0,51	0,32	0,2	0,415	1,8
30	Кінцева вуглецеємність енергії.	D	г CO ₂ /МДж	100	80	60	50	70	84,4
31	Рівень викидів CO ₂ від електро- та теплогенеруючих установок.	D	% загальних викидів CO ₂	60	40	20	10	30	54,3353
32	Рівень ВДЕ у енергетичному балансі.	S	%, кінцевого споживання	10	20	30	40	25	10,10
VI. Стійкість функціонування енергетичного сектору				0,3919	0,6213	0,7899	0,9095	0,7056	0,3814
33	Частка <i>найбільшого</i> постачальника в імпорті, за видами ПЕР.	D	%	60	40	20	10	30	40,0
34	Рівень технологічної залежності імпорту /експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій).	D	% (експертна оцінка)	60	40	30	20	35	68,0
35	Обсяг запасів /резервів за видами ПЕР.	S	місяців споживання, (експертна	40	80	100	120	90	56,0

№	Індикатор (I)	Тип	Розмірність	Нижній поріг	Нижній оптимальний поріг	Нижній оптимальний поріг	Верхній поріг	Цільове значення	Фактичне значення станом на 2020 рік
			оцінка)						
36	Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на одного споживача (SAIDI).	D	хв/рік	450	300	200	70	250	680
37	Ефективність системи реагування на кризові ситуації	S	% (експертна оцінка)	50	70	90	100	80	57
VII. Захищеність національних інтересів				0,5442	0,6970	0,8274	0,9663	0,7622	0,4392
Інституційно-організаційне забезпечення:									
38	виробничі процеси та інфраструктура;	S	% (експертна оцінка)	46	56	80	100	68	40,00
39	управлінські процеси та інфраструктура;	S	% (експертна оцінка)	66	72	84	100	78	64,00
40	допоміжні та сервісні процеси й інфраструктура;	S	% (експертна оцінка)	78	85	90	100	87,5	84,08
41	процеси та інфраструктура з підтримання об'єктів на всіх етапах життєвого циклу;	S	% (експертна оцінка)	65	70	80	100	75	66,00
42	інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура.	S	% (експертна оцінка)	60	80	95	100	87,5	62,00
Якість реалізації політики:									
43	прогнозованість і послідовність політики;	S	% (експертна оцінка)	50	60	80	100	70	50,0
44	рівень залученості до енергетичних ринків ЄС;	S	% (експертна оцінка)	20	50	60	80	55	37,0
45	рівень тіньового навантаження капіталу в ПЕК (видобувна промисловість, виробництво електроенергії, постачання газу і води);	D	% офіційного	17	10	7	3,5	8,5	19,91
46	якість управління;	S	% (експертна оцінка)	70	80	90	100	85	30,0
47	якість кадрів (технічних та управлінських);	S	% (експертна оцінка)	60	70	90	100	80	38,0
48	відповідність цілей державної політики завданням, що постають перед системою.	S	% (експертна оцінка)	70	85	95	100	90	26,0

Примітка: S – стимулятор; D – дестимулятор.

Джерело: Складено авторами.

Наукове видання

Олександр Михайлович СУХОДОЛЯ, Юрій Михайлович ХАРАЗІШВІЛІ,
Дмитро Геннадійович БОБРО, Геннадій Леонідович РЯБЦЕВ,
Світлана Павлівна ЗАВГОРОДНЯ

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Аналітична доповідь

За редакцією *О. М. Суходолі*