



УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІКОЮ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

<https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.06.020>
УДК 620.9:330.366:330.46 (477)

О.М. СУХОДОЛЯ, д-р наук з держ. управління, проф.,
завідувач відділу критичної інфраструктури,
енергетичної та екологічної безпеки Центру безпекових досліджень,
Національний інститут стратегічних досліджень,
вул. Пирогова, 7А, 01030, Київ, Україна,
e-mail: sukhodolia@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1978-404X>

Ю.М. ХАРАЗІШВІЛІ, д-р екон. наук, с. н. с.,
головний науковий співробітник відділу критичної інфраструктури,
енергетичної та екологічної безпеки Центру безпекових досліджень,
Національний інститут стратегічних досліджень,
вул. Пирогова, 7А, 01030, Київ, Україна,
e-mail: yuri_mh@ukr.net,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-1323>

Д.Г. БОБРО, канд. фіз.-мат. наук,
пров. н. с. відділу критичної інфраструктури,
енергетичної та екологічної безпеки Центру безпекових досліджень,
Національний інститут стратегічних досліджень,
вул. Пирогова, 7А, 01030, Київ, Україна,
e-mail: dgbobro@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3246-7436>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА СТРАТЕГУВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Досліджено проблеми опису енергетичної безпеки на основі застосування системного підходу. Розроблено методологічні рекомендації щодо формування набору індикаторів оцінки рівня енергетичної безпеки з точки зору оцінки як поточного «стану», так і «спроможності» системи до розвитку та реагування на загрози. Запропоновано новий підхід щодо стратегічного планування, який базується на принципі «майбутнє визначається траєкторією в майбутнє».

Ключові слова: системний підхід; структура; функція; процеси; енергетична безпека; цілі; ідентифікація; стратегування; граничні показники.

Ц и т у в а н н я: Суходоля О.М., Харазішвілі Ю.М., Бобро Д.Г. Методологічні засади ідентифікації та стратегування рівня енергетичної безпеки України. *Економіка України*. 2020. № 6. С. 20—42. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.06.020>

Виникнення нової парадигми розвитку суспільства — сталого розвитку — спонукало вести активні пошуки національних підходів до управління цим процесом в Україні, результатом чого стало розроблення низки проєктів концепцій сталого розвитку [1]. Сталий розвиток, що включає різні аспекти соціально-економічного розвитку країни, є основою забезпечення національної безпеки та інструментом реалізації національних інтересів. Від забезпечення сталого розвитку суспільства, економіки та країни залежать різні складові національної безпеки, у тому числі економічна, енергетична, соціальна, екологічна, зовнішньополітична, воєнна, інформаційна, кібернетична, гуманітарна тощо.

Енергетична безпека, яка є однією з основних складових забезпечення сталого розвитку країни, сьогодні набуває дедалі більшої ваги. Це пояснюється не тільки суттєвими змінами в методах і способах забезпечення енергетичних потреб споживачів, запровадженням нових моделей функціонування енергетичних ринків, але й виникненням нових загроз енергетичній безпеці, що вимагають формування спроможності до кризового реагування та забезпечення стійкого енергопостачання потреб суспільства та економіки країни [2].

Еволюція концептуальних підходів до забезпечення національної безпеки привела до появи поняття «національна стійкість» [3], що передбачає не відсутність, а постійну наявність потенційних загроз й обумовлює необхідність функції адаптування. На перший погляд, існуючі розбіжності між національною безпекою та стійкістю їх роз'єднують, але насправді це тільки підкреслює багатогранність цих понять, як, наприклад, у статичному та динамічному режимах функціонування.

Незважаючи на визначені відмінності між ними, у перспективі ці два поняття сходяться в одному фокусі — *сталий розвиток*. І підходи, застосовувані для сталого розвитку, цілком підходять для національної безпеки і національної стійкості, у тому числі для енергетичної безпеки.

З огляду на це, виникають найважливіші актуальні питання: 1) Яким є існуючий рівень енергетичної безпеки в контексті сталого розвитку? 2) Якими є науково обґрунтовані стратегічні орієнтири енергетичної безпеки? 3) Які індикатори треба брати до уваги при оцінюванні рівня енергетичної безпеки в контексті забезпечення сталого розвитку?

Що стосується виокремлення та опису енергетичної безпеки. Зазвичай дослідники виділяють цілий комплекс індикаторів, за допомогою яких намагаються описати енергетичну безпеку. Найчастіше це, зокрема, такі групи: економічні, політичні, технологічні, екологічні, соціальні, за джерелом загрози (зловмисні дії, техногенні, природні), за цільовим спрямуванням (економічні, технологічні, управлінські) тощо [2; 3—9]. Найбільш поширеними є: ресурсна достатність; технічна надійність; економічна вигідність; екологічна прийнятність. Даний підхід («4 A's»: availability, accessibility, affordability, acceptability — наявність, доступність фізична, доступність економічна, прийнятність) найповніше був сформований у дослідженні Інституту економіки енергетики Японії¹. Поряд з тим деякі автори виділяли й

¹ APERC (2007), Asia Pacific Energy Research Centre, 2007. A Quest for Energy Security in the 21st Century: Resources and Constraints / Institute of Energy Economics, Japan [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://aperc.or.jp/file/2010/9/26/APERC_2007_A_Quest_for_Energy_Security.pdf (дата звернення 11.05.2020).

інші аспекти, а відтак, множини опису об'єкта і загроз, як-то управлінські, соціальні, інноваційні, безпекові, політичні, геополітичні тощо [5—10].

З огляду на тенденції розвитку енергетичних ринків, поглиблення глобалізації в енергетичній сфері, появу нових типів загроз і зростання швидкості прийняття та реалізації рішень, постає необхідність урахувати можливість оперувати динамікою системи [4]. Для «схоплення» цих процесів нами пропонується застосування **системного підходу** для дослідження проблем «енергетичної безпеки».

Що стосується ідентифікації рівня безпеки. Аналіз існуючих публікацій стосовно стратегій розвитку дозволив дійти таких висновків: не завжди індикатори поділяються на стимулятори та дестимулятори, що призводить до неправильних результатів оцінок. Нормування індикаторів здійснюється практично за максимальними та мінімальними значеннями індикаторів замість нормування за вибіркою індикаторів та їх порогових значень. Замість визначення вектора порогових значень² застосовуються занадто примітивні оцінки «не більше» і «не менше», що зумовлює помилкові висновки про максимізацію інтегральних індексів. Вагові коефіцієнти найчастіше визначаються експертним шляхом, що не виключає принципових помилок, вносить певну частку суб'єктивізму, або взагалі приймаються однаковими чи рівними одиниці, що переколює реальну дійсність і виключає чутливість економічної системи до впливу різноманітних факторів. Відсутнє порівняння інтегральних індексів з інтегральними пороговими значеннями, що не дозволяє ідентифікувати стан безпеки. Потребують удосконалення форма інтегрального індексу, методи нормування, методи формалізованого визначення «динамічних» вагових коефіцієнтів. З урахуванням мінливої політичної та зовнішньоекономічної ситуації, яка викликає радикальні структурні зміни в економіці та емпіричних оцінках економетричних взаємозв'язків, стійкість вагових коефіцієнтів по всьому часовому періоду є неадекватною та не відображає реальної дійсності. На увагу також заслуговують методи визначення вектора порогових значень.

Стосовно стратегування рівня безпеки ситуація. Частина дослідників намагаються застосовувати підходи класичного прогнозування — «минуле визначає майбутнє». Відомі підходи класичного прогнозування динаміки інтегральних індексів за допомогою поліномів (навіть третього порядку) або регресійних рівнянь узагалі дискредитують економіко-математичне моделювання та вихолощують складність такого багатовимірного поняття, як сталий розвиток або безпека. Найгірше, що з цього випливає, — велика кількість молодих дослідників, сліпо вірячи у правильність такого підходу, починають масово його повторювати, продовжуючи дискредитацію економіко-математичного моделювання. При цьому автори можуть тішити себе тим, що коефіцієнт детермінації є близьким до одиниці, а інші критерії є прийнятними. Насправді ж для прогнозування рівня безпеки спочатку треба зробити прогноз екзогенних змінних (у тому числі й економетричними методами), які є входом для макроекономічної моделі, виходом якої стануть

² Вектор порогових значень: нижнє критичне, нижній поріг, нижнє оптимальне, верхнє оптимальне, верхній поріг, верхнє критичне.

прогнозні макропоказники для обчислення прогнозних індикаторів, за якими і можна отримати прогноз рівня безпеки.

Цілком очевидно, що класичні методи прогнозування тут є недоречними. По-перше, прогнозування дає продовження існуючих тенденцій на майбутнє, по-друге, прогнозування завжди містить помилку. По-третє, нам необхідно знати, як повинні змінюватися складові та індикатори сталого розвитку або безпеки для досягнення бажаного стану розвитку. Отже, потрібні зовсім інші підходи, які базуватимуться на принципі «майбутнє визначається траєкторією в майбутнє».

Таким чином, **мета статті** — розробити систему індикаторів, науково обґрунтувати сучасну методологію ідентифікації та стратегування рівня енергетичної безпеки України з урахуванням вимог сталого розвитку.

Відповідно до Закону України «Про національну безпеку»³, під національною безпекою розуміється захищеність національних інтересів України від реальних і потенційних загроз, а державна політика у сферах національної безпеки має спрямовуватися на забезпечення воєнної, зовнішньополітичної, державної, економічної, інформаційної, екологічної безпеки, кібербезпеки та інших сфер безпеки (рис. 1).

Виходячи з такого розуміння, енергетичну безпеку слід віднести безпосередньо до сфер безпеки, які забезпечують реалізацію одного з фундаментальних національних інтересів — **сталого розвитку національної економіки, громадянського суспільства і держави для зростання рівня та якості життя населення**. Водночас енергетична безпека забезпечує й інші національні інтереси: державний суверенітет і незалежність, інтеграцію України в європейський енергетичний простір тощо.

Незважаючи на доволі складну внутрішню суспільно-політичну та економічну ситуацію, Україна має опікуватися своїм майбутнім, у тому числі на довгострокову перспективу. У свою чергу, це передбачає застосування системного підходу з дотриманням принципів сталого розвитку, обмежень безпеки та з урахуванням інституціональних деформацій, що несуть небезпеку державі. Цим зумовлюється актуальність розробки **сучасної концепції сталого розвитку з позицій безпеки**, методологічного інструментарію визначення стану і стратегічних орієнтирів сталого розвитку й апробації розроблених підходів на різних рівнях застосування, у тому числі для енергетичної безпеки України. Це означає розбудову **людиноцентричної системи національної безпеки**, пріоритетними напрямками політики якої є забезпечення суспільного розвитку, а саме комплексне та випереджальне розв'язання соціально-економічних проблем, скорочення нерівності та забезпечення благополуччя для всіх.

Для вирішення цих завдань застосовується універсальна методологія ідентифікації та стратегування у сфері національної безпеки, яка дозволяє порівнювати індикатори різних сфер безпеки й обґрунтовувати стратегічні сценарії безпекового розвитку [11]. Підґрунтя методології формує **концепція сталого розвитку з позицій безпеки**, теоретичною основою якої є:

1) прикладна теорія систем;

³ Про національну безпеку : Закон України № 522-IX від 04.03.2020 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19>



Рис. 1. Структурно-функціональна схема національної безпеки України
Джерело тут і на рис. 2: складено авторами.

- 2) теорія управління;
- 3) економічна кібернетика.

Отже, «концепція — управлінська конструкція, що містить загальне системне уявлення щодо шляхів переходу від поточного положення об'єкта управління до бажаного та включає наступні етапи» [11, с. 41]:

- визначення структури і системи індикаторів;
- визначення меж безпечного існування;
- ідентифікація рівня безпеки;
- визначення дисбалансів, переліку та вагомості впливу загроз;
- цілепокладання і стратегування рівня безпеки;
- розроблення інституційних заходів.

Для застосування пропонованої концепції виділимо об'єкт дослідження — енергетичну безпеку. На даний час не існує єдиного методологічного підхо-



Рис. 2. Система параметрів енергетичної безпеки України

ду до виокремлення сфери енергетичної безпеки. Кожна країна використовує свій підхід до визначення терміна «енергетична безпека», сфери регулювання, формування системи управління, встановлення рівня енергетичної безпеки та загроз [2—12]. Поряд з тим, зазначимо, що більшість дослідників застосовують комплексний підхід з високим рівнем суб'єктивізму при врахуванні специфіки середовища перебування дослідника чи середовища дослідження.

Ми пропонуємо застосовувати *системний підхід* до опису енергетичної безпеки [12], який дає змогу описати об'єкт дослідження (енергетичну безпеку) через виділення, поряд з традиційними складниками (елементами, зв'язками, структурою), її процесуального складника (функцій, процесів, матеріалів), що становить предмет наукової новизни. Таке представлення дозволяє узгодити існуючі підходи до оцінки рівня енергетичної безпеки, зокрема, оцінки безпеки як стану захищеності та спроможності системи адаптуватися до нових викликів.

Визначення структури та системи індикаторів передбачає формування системи параметрів енергетичної безпеки (рис. 2), деталізацію складових та їх індикаторів, формування динаміки індикаторів та їх належність до стимуляторів (S), які бажано збільшити, або дестимуляторів (D), які бажано зменшити (табл. 1).

Так, стан системи відображатиметься параметрами, що описують цілісне сприйняття системи ззовні (більшою системою, іншими системами, з якими взаємопов'язана система енергетичної безпеки). Зовнішні суб'єкти оцінюють систему за набором параметрів, які її характеризуватимуть у взаємозв'язках із зовнішнім середовищем. Фактично ця група параметрів відображатиме традиційний підхід до оцінки енергетичної безпеки як статичного об'єкта управління.

Таблиця 1. Складові та індикатори системи енергетичної безпеки України

Складові	Індикатори
Ресурсна достатність	Нафта та нафтопродукти, % (D) Природний газ, % (D) Вугілля, % (D) Ядерна та термоядерна енергія, % (S) Гідроенергетика, % (S) Сонячна та вітрова енергетика, % (S) Біоенергетика, % (S)
Економічна доступність	ВВП на 1 особу, тис. дол. / 1 особу (за поточним обмінним курсом) (S) Енергоспоживання на 1 особу, т. н. е. (тонн нафтового еквіваленту) / рік (S) Споживання електроенергії на 1 особу, МВт-год. / рік (S) Рівень споживання ЖКП, % від сукупних ресурсів (D) Частка енергетики у ВВП, % (D) Вартість витрат енергоресурсів для країни, % ВВП (D)
Економічна прийнятність	Енергомісткість ВВП, т. н. е. / 1000 дол. (D) Рівень інвестування підприємств паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), % випуску ПЕК (S) Рівень оновлення основних засобів ПЕК, % (D) Рівень тінізації ПЕК, % ВДВ ПЕК (D) Рівень оплати праці, % випуску ПЕК (S) Рівень тіньового завантаження капіталу (добувна галузь та виробництво електроенергії, газу і води), % від офіційного рівня (D) Рівень тіньового споживання ПЕР, % ВВП України (D) Концентрація ринків за індексом Герфіндаля–Гіршмана (за постачальниками) (D) Рівень залученості до ринків ЄС (експертна оцінка), % (S)
Екологічна прийнятність	Рівень викидів CO ₂ на загальне первинне постачання енергії (ЗППЕ), т CO ₂ / т. н. е. (D) Рівень викидів CO ₂ на одиницю ВВП, кг / дол. (D) Кінцева вуглемісткість енергії, т CO ₂ / МДж (D)
Модель стійкості (ресурсно-технічне забезпечення)	Задоволення потреб з власних джерел за видами паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), % загального споживання (S) Вартість імпорту енергоресурсів для країни, % ВВП (D) Частка домінуючої країни (постачальника) в загальному обсязі імпорту за видами ПЕР, % імпорту ПЕР (D) Рівень технологічної залежності імпорту або експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій) (експертна оцінка), % (D) Рівень запасів або резервів від обсягів річного чи місячного споживання за видами ПЕР, % (S) Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на 1 споживача (SAIDI), хв. / рік
Модель стійкості (інституційно-організаційна забезпеченість)	Виробничі процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S) Управлінські процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S) Допоміжні та сервісні процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S) Процеси та інфраструктура з підтримки об'єктів на всіх етапах життєвого циклу (експертна оцінка), % (S) Інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S)

Закінчення табл. 1

Складові	Індикатори
Якість системи управління (відповідність політиці)	Якість законодавства (експертна оцінка), % (S) Прогнозованість і послідовність змін політики та регуляторних змін (експертна оцінка), % (S) Якість державної політики (експертна оцінка), % (S)
Якість системи управління (відповідність цілям)	Якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії) (експертна оцінка), % (S) Якість кадрів (технічних та управлінських) (експертна оцінка), % (S) Відповідність політичних лідерів завданням, що постають перед системою (експертна оцінка), % (S)

Джерело: складено авторами.

Спроможність системи характеризуватимуть групи параметрів, які описують її функції та процеси, елементи та зв'язки між ними. Ці групи параметрів мають бути предметом особливої уваги суб'єкта управління, оскільки розкриватимуть закономірності життєдіяльності системи та вказуватимуть на предмет його управлінських рішень та їх адекватність. Таке представлення дозволяє вписати систему забезпечення енергетичної безпеки в систему забезпечення національної безпеки і сталого розвитку країни. Відповідно до даного системного підходу пропонується така сукупність параметрів оцінки рівня енергетичної безпеки.

Визначена структура енергетичної безпеки включає 42 індикатори (з яких 13, або 30,9%, — індикатори за експертними оцінками), перелік яких не є догмою та може змінюватися залежно від цілей і глибини дослідження. Зазвичай необхідно обирати компроміс між спрощеністю та складністю. У разі дуже спрощеного переліку індикаторів існує імовірність неврахування важливих особливостей, а за великої кількості індикаторів (більше 50 або навіть понад 100) виникає проблема «прокляття розмірності». Взагалі не існує будь-яких установлених правил щодо їх формування, тому запропонований перелік відображає бачення авторів. Відмінною особливістю переліку індикаторів енергетичної безпеки є наявність «тіньових» індикаторів, обчислених методом «соціальної справедливості», без урахування яких визначення стану енергетичної безпеки не відповідатиме реальній дійсності [13, с. 90—104].

Встановлення меж безпечної існування є найважливішим етапом визначення рівня безпеки. Системне дослідження проблеми сталого розвитку з позицій безпеки має включати визначення меж безпечних умов життєдіяльності системи, без знання яких захист життєво важливих інтересів об'єктів безпеки є неможливим. Саме тому для кожного індикатора необхідно визначити вектор порогових значень: нижнє критичне ($x_{кр}^H$), нижній поріг ($x_{пор}^H$), нижнє оптимальне ($x_{опт}^H$), верхнє оптимальне ($x_{опт}^B$), верхній поріг ($x_{пор}^B$), верхнє критичне ($x_{кр}^B$) (рис. 3). Пара оптимальних значень визначають гомеостатичне плато, у межах якого існують найкращі умови функціонування системи та від'ємний зворотний зв'язок. Уперше поняття «гомеостатичне плато» було запропоноване Дж. ван Гігом [14] у прикладній теорії систем і включало саме плато та руйнування системи з обох боків.

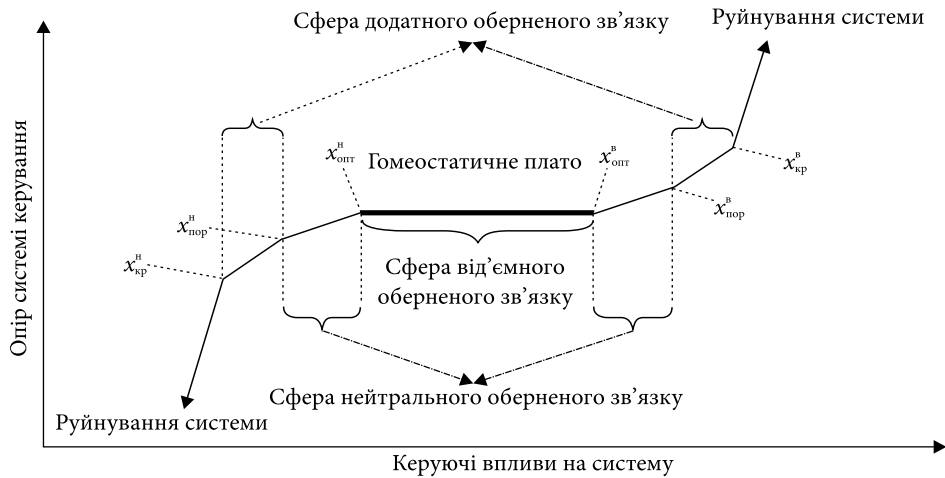


Рис. 3. Гомеостатичне плато динамічної системи

Джерело: побудовано авторами за [11].

Поняття «гомеостатичне плато» набуло подальшого розвитку в праці [11, с. 67], яке відрізняється додаванням діапазону порогових і критичних значень з областю нейтрального та додатного оберненого зв'язку і поясненням переходу від однієї сфери до іншої як поступової зміни типу оберненого зв'язку за експонентою. Причому зміна типу оберненого зв'язку не відбувається одразу при перетині сфери, а спочатку існуючий тип зв'язку зменшується по експоненті, а потім наростає інший тип зв'язку, також по експоненті. Таким чином, визначення порогових значень досить тісно пов'язане з поняттям динамічної стійкості системи та окремих її складових або з механізмом гомеостазу — саморегуляції, здатності відкритої системи зберігати стійкість свого внутрішнього стану за допомогою скоординованих реакцій, спрямованих на підтримку динамічної рівноваги, тобто адаптування при порівнянні динаміки інтегральних індексів з інтегральними пороговими значеннями. Саме ця властивість системи пов'язує поняття безпеки з поняттям стійкості динамічної системи, отже, із стійким розвитком. Без такого порівняння матимемо тільки динаміку інтегральних індексів сталого розвитку, які визначатимуть їх збільшення або зменшення в окремі періоди, що може призвести до помилкового висновку щодо максимізації інтегрального індексу.

Серед низки методів визначення вектора порогових значень найбільш адекватними і доступними є методи макроекономічних моделей, які змістовно відображають наслідки впливу дестабілізуючих факторів для умов конкретної країни в поточний період часу; функціональних залежностей (макро- або мікроекономічні аналітичні чи статистичні рівняння; Ахієзера–Гольца; теорії інформації; «золотого перетину»); стохастичні (t -критерію; діагностування: кластерний аналіз, нечітких множин; логістичної регресії).

За відсутності макромоделі найбільш доступним із стохастичних методів є метод t -критерію, який полягає в побудові для заданої вибірки функції щільності ймовірності та розрахунку статистичних характеристик: математичного очікування, середньоквадратичного відхилення та коефіцієнта асиметрії. З усього розмаїття видів функції щільності ймовірності для всіх індикаторів можна виділити типи з характерним законом розподілу: нормальним, логнор-

Таблиця 2. Формалізоване визначення вектора порогових значень

Типи функцій щільності ймовірності індикаторів	Нижнє порогове значення	Нижнє оптимальне	Верхнє оптимальне	Верхнє порогове значення
Нормальний	$\mu - t \cdot \sigma$	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	$\mu + t \cdot \sigma$
Логнормальний («хвіст управо»)	$\mu - t \cdot \sigma / k_{as}$	$\mu - \sigma / k_{as}$	$\mu + \sigma$	$\mu + t \cdot \sigma$
Логнормальний («хвіст уліво»)	$\mu - t \cdot \sigma$	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma / k_{as}$	$\mu + t \cdot \sigma / k_{as}$
Експоненціальний («хвіст управо»)	$\mu - \sigma / k_{as}$	μ	$\mu + \sigma$	$\mu + t \cdot \sigma$
Експоненціальний («хвіст уліво»)	$\mu - t \cdot \sigma$	$\mu - \sigma$	μ	$\mu + \sigma / k_{as}$

Примітка: для критичних значень замість t застосовується $\pm 3\sigma$ або більше для коротких вибірок.

Джерело: [11].

мальним та експоненціальним, для яких визначено формули розрахунку вектора порогових значень [11, с. 70—72]. Дослідження та аналіз індикаторів енергетичної безпеки виявили необхідність удосконалення формалізованого опису вектора порогових значень для логнормального та експоненціального типів розподілу, а саме «хвіст управо», «хвіст уліво» (табл. 2).

На основі викладеного розраховуємо вектори порогових значень індикаторів енергетичної безпеки України⁴ (табл. 3).

Ідентифікація рівня безпеки передбачає інтегральне оцінювання рівня безпеки порівняно з інтегральними пороговими значеннями та включає: вибір форми інтегрального індексу, нормування індикаторів і порогових значень, визначення вагових коефіцієнтів. «...Отже, визначення інтегральних індексів економічної системи та їх порівняння з інтегральними пороговими значеннями переводить поняття «розвиток» в поняття «безпека» [11, с. 8]. З урахуванням виявлених недоліків існуючих підходів використовується методологія інтегральної оцінки рівня безпеки (держави, регіону, підприємства), яка має такі характеристики [11, с. 47—55].

Форма інтегрального індексу — мультиплікативна:

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

де I — інтегральний індекс; z — нормований індикатор; a — ваговий коефіцієнт.

Метод нормування — комбінований:

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{\text{норм}}}, D: z_i = \frac{k_{\text{норм}} - x_i}{k_{\text{норм}}}, k_{\text{норм}} > x_{\text{макс}}, \quad (2)$$

⁴ У статті використано масив статистичних даних та індикаторів: з національних джерел — дані Державної служби статистики України, Мінекоенерго, НКРЕКП, а також з міжнародних джерел — дані Євростату (2017), що характеризують рівень і структуру сталого розвитку за останні п'ять років, Світового банку, МВФ, Міжнародного енергетичного агентства, розрахунки за моделлю загальної макроекономічної рівноваги «Альфа» та експертні оцінки за безвихіддю.

Таблиця 3. Вектори порогових значень індикаторів енергетичної безпеки

Індикатори	Нижній поріг	Нижнє оптиміальне значення	Верхнє оптиміальне значення	Верхній поріг	Індикатори (станом на 2018 р.)
Ресурсна достатність	0,2627	0,4424	0,6496	0,8533	0,2327
Нафта та нафтопродукти, % (D)	15	10,2	6,4	3,63	14,47
Природний газ, % (D)	27,6	25,2	21,65	19,73	27,53
Вугілля, % (D)	30	25,4	19,3	16,2	29,61
Ядерна та термоядерна енергія, % (S)	5,1	13,2	21,7	32,2	23,82
Гідроенергетика, % (S)	0,8	0,9	1,0	1,2	0,9646
Сонячна та вітрова енергетика, % (S)	3,2	6,8	13	19,7	0,2113
Біоенергетика, % (S)	3,2	4,12	5,45	7	3,43
Економічна доступність	0,1753	0,3436	0,5722	0,7875	0,1990
ВВП на 1 особу, тис. дол. / 1 особу (за поточним обмінним курсом) (S)	15	25	45	80	3,09
Енергоспоживання на 1 особу, т. н. е. / рік (S)	2,2	3,56	5,83	8,2	2,0
Споживання електроенергії на 1 особу, МВт·год. / рік (S)	2,3	5	9,5	14,2	3,1
Рівень споживання ЖКП, % від сукупних ресурсів (D)	20	10	7	5	12,883
Частка енергетики у ВВП, % (D)	10,4	9,4	7,8	7,06	9,45
Вартість витрат енергоресурсів для країни, % ВВП (D)	35	30	20	15	28,84
Економічна прийнятність	0,4667	0,6531	0,7772	0,9109	0,3161
Енергомісткість ВВП, т. н. е. / 1000 дол. (D)	0,165	0,11	0,09	0,06	0,2686
Рівень інвестування підприємств ПЕК, % випуску ПЕК (S)	11,6	12,8	14,6	17,7	11,116
Рівень оновлення основних засобів ПЕК, % (D)	4	6	10	15	2,414
Рівень тінізації ПЕК, % ВДВ ПЕК (D)	25	15	10	5	42,295
Рівень оплати праці, % випуску ПЕК (S)	0,2	0,26	0,32	0,382	0,1526
Рівень тінювого завантаження капіталу (добувна галузь, виробництво електроенергії, газу і води), % офіційного рівня (D)	17	10	7	3,5	29,2
Рівень тінювого споживання ПЕР, % ВВП України (D)	8	5	3	2	10,7
Концентрація ринків за індексом Герфіндала–Гіршмана (за постачальниками) (D)	2900	1900	895	260	2642
Рівень залученості до ринків ЄС (експертна оцінка) % (S)	20	50	60	80	35

Екологічна прийнятність	0,2465	0,3777	0,5478	0,6827	0,3318
Рівень викидів CO ₂ на ГРЕС, т CO ₂ / т. н. е. (D)	2,15	1,8	1,38	0,91	1,9
Рівень викидів CO ₂ на одиницю ВВП, кг / дол. (D)	0,82	0,51	0,32	0,2	1,4
Кінцева вуглемісткість енергії, г CO ₂ / МДж (D)	90	80	60	47	82
Ресурсно-технічне забезпечення	0,5121	0,6796	0,8231	0,9521	0,3028
Задоволення потреб з власних джерел за видами ПЕР, % від загального споживання (S)	65	80	94	100	63,99
Вартість імпорту енергоресурсів для країни, % ВВП (D)	15	10	5	0	10,24
Частка домінуючої країни (постачальника) в загальному обсязі імпорту за видами ПЕР, % імпорту ПЕР (D)	40	30	20	10	41,17
Рівень технологічної залежності імпорту або експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій) (експертна оцінка), % (D)	40	30	20	10	63
Рівень запасів/резервів від обсягів річного або місячного споживання за видами ПЕР, % (S)	50	80	100	120	25,83
Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на 1 споживача (SAIDI), хв. / рік	210	150	90	30	696
Інституційно-організаційна забезпеченість	0,6236	0,7133	0,8448	1,0	0,6309
Виробничі процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S)	46	56	80	100	42,83
Управлінські процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S)	66	72	84	100	66,83
Допоміжні й сервісні процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S)	78	85	90	100	84,08
Процеси та інфраструктура з підтримки об'єктів на всіх етапах життєвого циклу (експертна оцінка), % (S)	65	70	80	100	63,75
Інформаційно-комунікаційні процеси та інфраструктура (експертна оцінка), % (S)	60	80	95	100	67,33
Відповідність політиці	0,3902	0,6295	0,8298	1,0	4505
Якість законодавства(експертна оцінка), % (S)	50	70	90	100	48,17
Прогнозованість та послідовність змін політики і регуляторних змін (експертна оцінка), % (S)	30	60	80	100	55
Якість державної політики (експертна оцінка), % (S)	40	60	80	100	36,42
Відповідність цілям	0,5	0,7087	0,9326	1,0	0,4356
Якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії) (експертна оцінка), % (S)	50	80	95	100	68,33
Якість кадрів (технічних та управлінських) (експертна оцінка), % (S)	50	70	90	100	43,33
Відповідність політичних лідерів завданням, що постають перед системою (експертна оцінка), % (S)	50	60	95	100	28,17
Енергетична безпека в цілому	0,3628	0,5417	0,7292	0,8875	0,3574

Примітка: вектори порогових значень після нормування та інтегральної згортки.

Джерело: розраховано авторами.

де x — значення індикатора; $k_{\text{норм}}$ — нормувальний коефіцієнт. Для стимуляторів він дорівнює максимальному значенню з вибірки індикаторів та порогових значень, для дестимуляторів — збільшується на 5—10% від максимального значення з вибірки індикаторів та порогових значень.

Вагові коефіцієнти — *динамічні*: на основі застосування методу «головних компонент» і методу «ковзної матриці» [14, с. 79—80]:

$$C_i \times D_i = \begin{pmatrix} d_1 c_{i1} + d_2 c_{i2} + \dots + d_j c_{ij} \\ d_1 c_{i1} + d_2 c_{i2} + \dots + d_j c_{ij} \\ \dots \\ d_1 c_{j1} + d_2 c_{j2} + \dots + d_j c_{jj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_j \end{pmatrix}, \quad a_i = \frac{w_i}{\sum w_i}, \quad (3)$$

де C — матриця абсолютних величин факторних навантажень; D — вектор-матриця дисперсій.

Суттєві зміни в політичній та зовнішньоекономічній ситуації через певний час призводять до радикальних змін емпіричних оцінок економетричних взаємозв'язків, а це, у свою чергу, спричиняє зміни вагових коефіцієнтів. Метод «ковзної матриці» заснований на використанні методу «головних компонент» та полягає в послідовному зсуві матриці мінімально необхідного розміру вздовж періоду часу та визначенні вагових коефіцієнтів за даний часовий період. Мінімально необхідний розмір матриці встановлюється з умови рівності кількості головних компонент числу додатно визначених власних значень матриці. Застосовуючи ці підходи, отримуємо динаміку інтегральних індексів складових енергетичної безпеки порівняно з інтегральними пороговими значеннями (рис. 4).

Як засвідчують розрахунки, на кінець 2018 р. з восьми складових п'ять (ресурсна достатність, економічна прийнятність, ресурсно-технічне забезпечення, інституційно-організаційне забезпечення, відповідність цілям) знаходились у критичній зоні, тобто нижче нижнього порогу; три (економічна доступність, екологічна прийнятність, відповідність політиці) — у кризовій зоні, тобто між нижнім порогом і нижнім оптимальним значенням. Висновок: жодна складова екологічної безпеки не знаходиться в оптимальній зоні.

Виконавши поетапну згортку індикаторів, складових і порогових значень енергетичної безпеки, отримуємо інтегровану багатофакторну модель енергетичної безпеки в контексті сталого розвитку в такому вигляді:

$$\begin{cases} I_{\text{ЕнБ}, t} = \prod_{i=1}^8 z_{i,t}^{a_i}; \quad P_{ij} = \prod_{j=1}^4 p_{ij}^{b_{ij}}; \quad p_{ij} = [p_{\text{пор}, ij}^{\text{нижнє}}; p_{\text{опт}, ij}^{\text{нижнє}}; p_{\text{опт}, ij}^{\text{верхнє}}; p_{\text{пор}, ij}^{\text{верхнє}}] \\ I_{\text{рес. дост.}, t} = \prod_{i=1}^7 z_{i,t}^{a_i}; \quad I_{\text{рес.-техн. заб.}, t} = \prod_{i=1}^6 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{\text{екон. доступ.}, t} = \prod_{i=1}^6 z_{i,t}^{a_i}; \quad I_{\text{інст.-орг. заб.}, t} = \prod_{i=1}^5 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{\text{екон. прийн.}, t} = \prod_{i=1}^9 z_{i,t}^{a_i}; \quad I_{\text{відп. політ.}, t} = \prod_{i=1}^3 z_{i,t}^{a_i}; \\ I_{\text{екол. прийн.}, t} = \prod_{i=1}^3 z_{i,t}^{a_i}; \quad I_{\text{відп. цілям.}, t} = \prod_{i=1}^3 z_{i,t}^{a_i}. \end{cases} \quad (4)$$

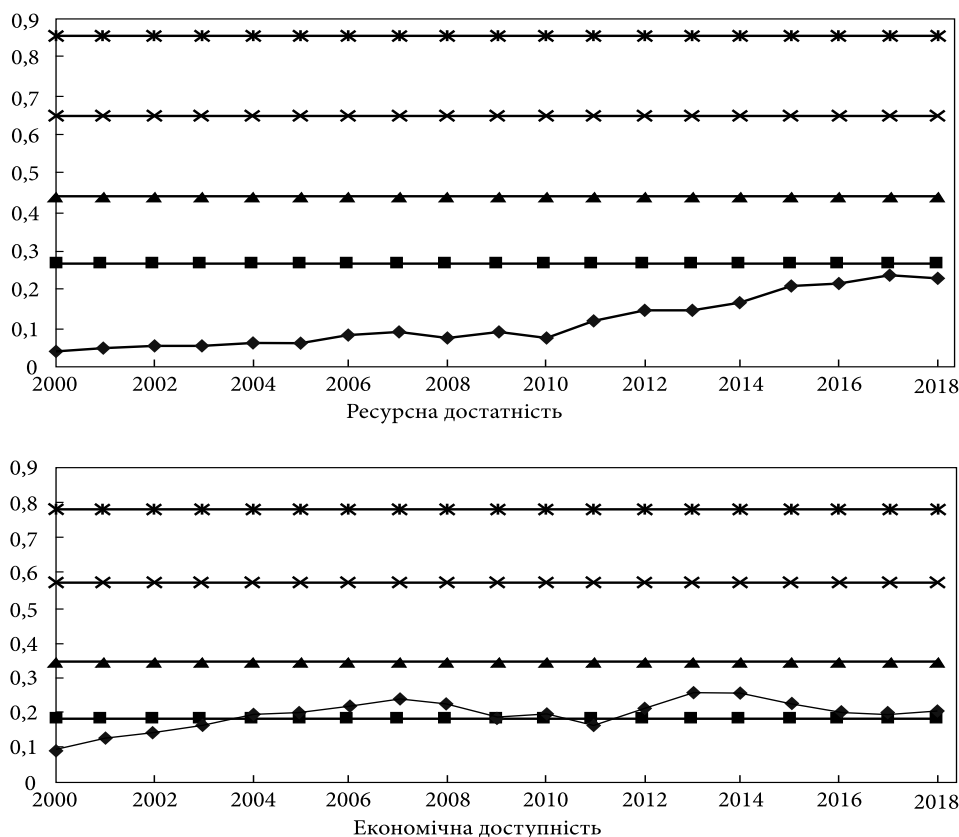


Рис. 4. Динаміка інтегральних індексів енергетичної безпеки України у період 2000—2018 рр. (див. так само с. 34 і 35)

Джерело тут, на рис. 5 і 6: побудовано авторами на основі власних розрахунків.

Визначення дисбалансів, переліку та вагомості впливу загроз. Використовуючи існуючу динаміку індикаторів, інтегральних індексів сталого розвитку та інтегральні порогові значення, можна обчислити відхилення інтегральних індексів складових та індикаторів енергетичної безпеки від їх середніх оптимальних значень (гомеостатичного плато), які можна вважати **критеріями досягнення сталого розвитку** [11, с. 195].

Для визначення переліку загроз використовуються дві критеріальні ознаки:

- за віддаленістю від точки сталого розвитку (визначається перелік та важливість загроз);
- за вагомістю впливу через розрахунок коефіцієнтів еластичності (визначається міра впливу загроз).

Саме одночасне нормування та інтегральна згортка індикаторів та їх порогових значень дозволяють порівнювати в одному масштабі відхилення інтегральних індексів від відповідних середніх оптимальних порогових значень (критеріїв сталого розвитку) (рис. 5).

За розрахунками, на кінець 2018 р. найбільше відставали від рівня сталого розвитку і, відповідно, становили загрозу такі складові в такій послідовності:

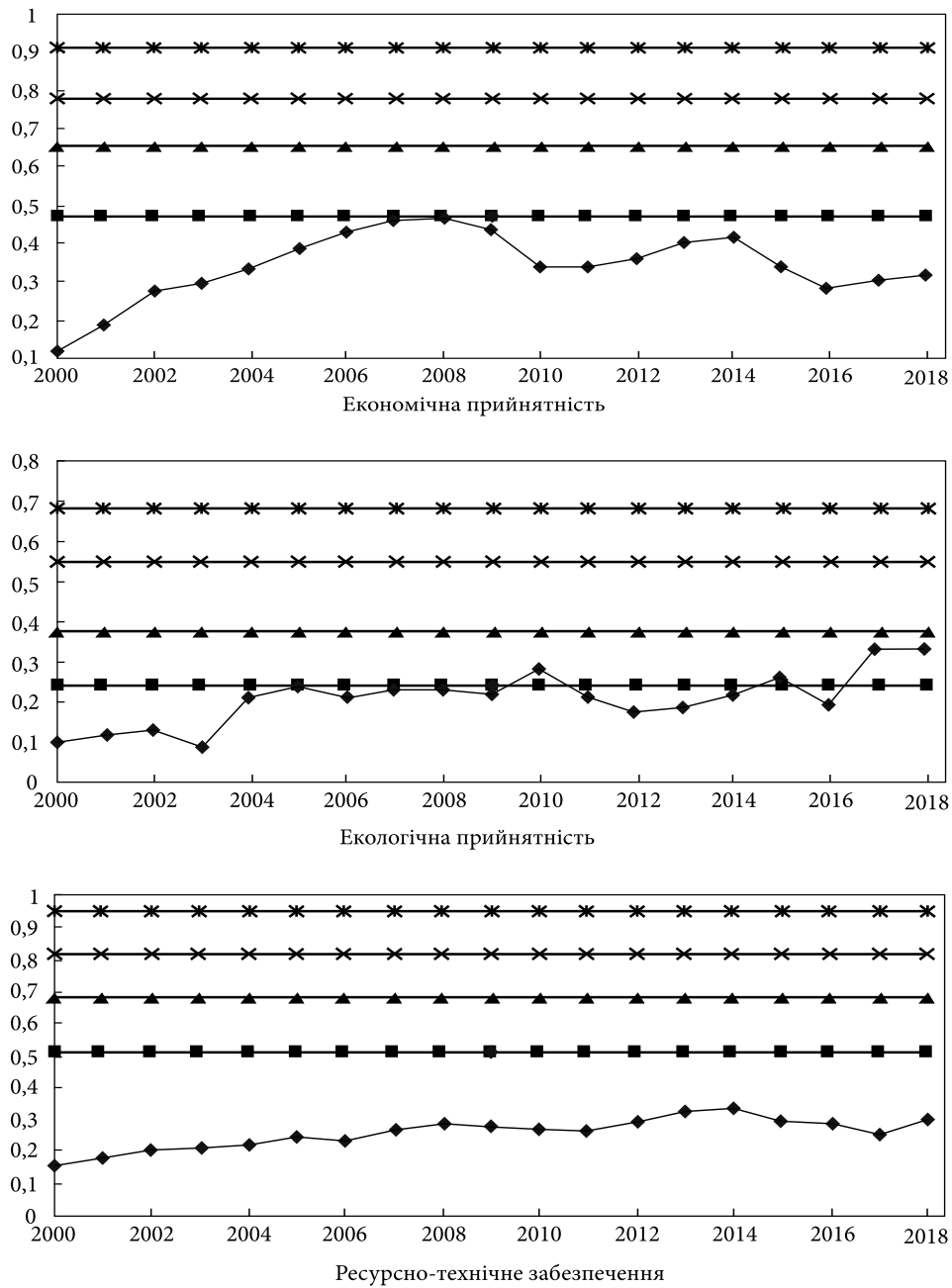


Рис. 4. Продовження

ресурсно-технічна забезпеченість, економічна прийнятність, відповідність цілям, ресурсна достатність, відповідність політиці, економічна доступність, інституційно-організаційне забезпечення, екологічна прийнятність.

Головне завдання сталого розвитку — ліквідувати дисбаланси, тобто зменшити до нуля відхилення кожної складової сталого розвитку, наприклад, до кінця 2030 р. Вирівнювання диспропорцій та зведення до нуля відхилень

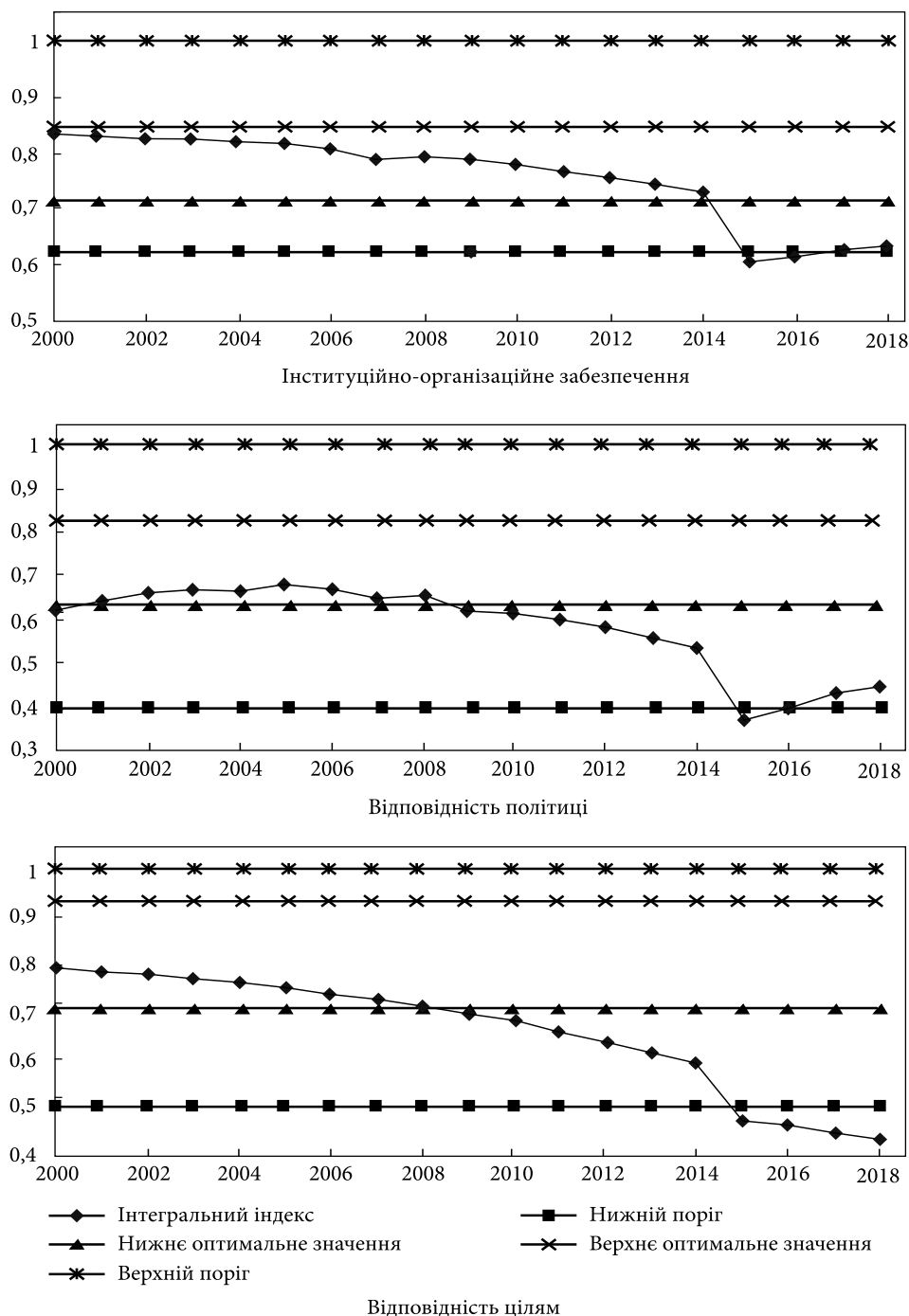


Рис. 4. Закінчення

від критерію сталого розвитку забезпечуватимуть збалансований сталий розвиток. Більш зрозумілу картину дисбалансів і перелік загроз за важливістю можна отримати за відповідними індикаторами кожної складової: із 42 індикаторів енергетичної безпеки 40 становлять загрозу, з них 22 знаходяться в

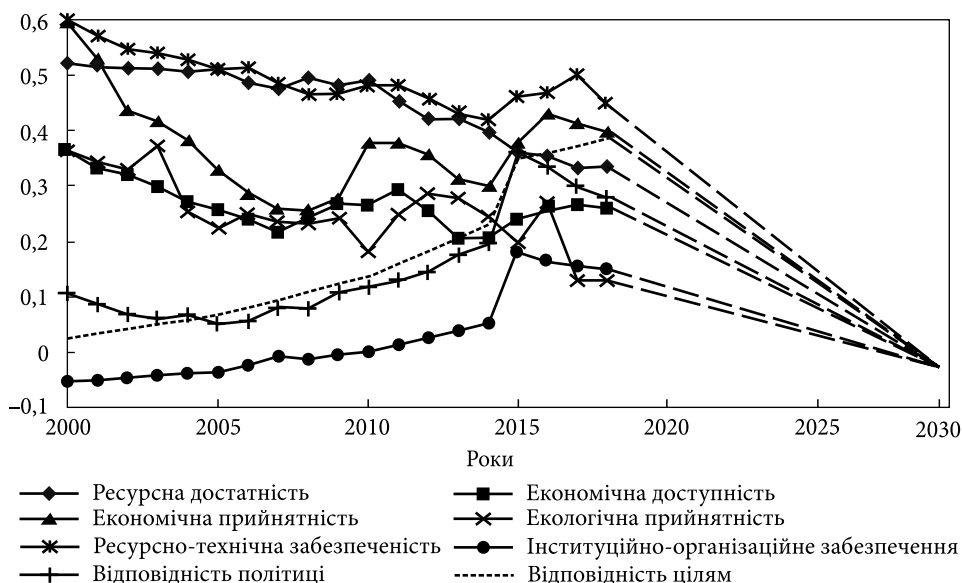


Рис. 5. Динаміка відхилення інтегральних індексів від критеріїв сталого розвитку

критичній («червоній») зоні (нижче нижнього порогу), 18 — у кризовій («помаранчевій») зоні (між нижнім пороговим і нижнім оптимальним значеннями); два індикатори знаходяться в оптимальній («зеленій») зоні.

Для визначення вагомості впливу загроз обчислюються коефіцієнти еластичності кожної складової та індикаторів, які пояснюють міру впливу окремих складових та індикаторів на рівень енергетичної безпеки (на скільки процентів зміниться вихідна величина в разі зміни на 1% вхідної величини), та є необхідною інформацією для розроблення пріоритетних заходів впливу:

$$E = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y}, \quad (5)$$

де x — будь-який індикатор сталого розвитку; y — інтегральний показник; Δx — приріст відповідного індикатора; Δy — приріст інтегрального показника.

Перелік перших десяти критичних загроз за віддаленістю від критерію сталого розвитку (важливість загроз) і вагомість їх впливу на стан енергетичної безпеки через розрахунок коефіцієнтів еластичності наведено у табл. 4.

Найбільш критичними загрозами серед складових енергетичної безпеки є перші чотири, які знаходяться в «червоній» зоні, тобто нижче нижнього порогу. Зміна цих складових і відповідних критичних індикаторів дуже сильно впливає на енергетичну безпеку, тому вони мають бути в полі особливої уваги при здійсненні реформ. Зміна цих складових та індикаторів з від'ємної на додатну динаміку є першочерговим завданням уряду, що стане об'єктивним показником ефективності здійснюваних реформ у сфері енергетичної безпеки.

Цілепокладання та стратегування рівня безпеки. Стратегічне бачення сталого розвитку передбачає спочатку визначення, на якій відстані від сталого розвитку знаходяться інтегральний індекс енергетичної безпеки та його

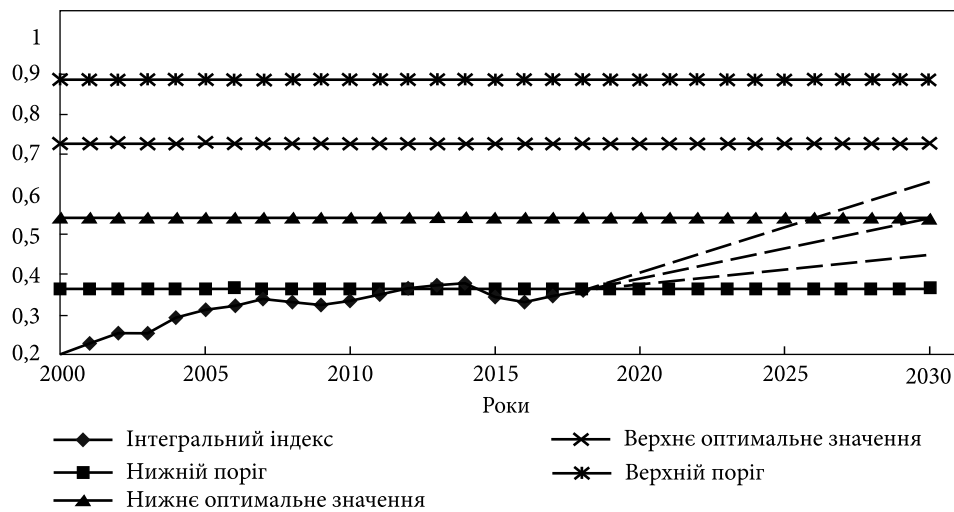


Рис. 6. Динаміка інтегрального індексу рівня енергетичної безпеки в контексті сталого розвитку в період 2000—2030 рр.

складові; встановлення стратегічних цілей, які зумовлюють бажані сценарії сталого розвитку, а потім — застосування теоретичних підходів до обґрунтування стратегічних орієнтирів досягнення сценаріїв сталого розвитку.

Послідовно виконуючи інтегральні згортки окремих складових енергетичної безпеки, отримуємо динаміку інтегрального індексу рівня енергетичної безпеки в контексті сталого розвитку (рис. 6). Саме одночасне нормування індикаторів енергетичної безпеки та їх порогових значень за єдиним нормувальним коефіцієнтом дає змогу порівнювати динаміку інтегрального індексу з інтегральними пороговими значеннями, тобто ідентифікувати рівень енергетичної безпеки.

Таке порівняння інтегрального індексу з інтегральними пороговими значеннями зумовлює стратегічні сценарії сталого розвитку в середньостроковій перспективі, наприклад, до 2030 р. Отже, у кожному році ми знаємо бажані значення інтегрального індексу. Завдання стратегування полягає у вирішенні зворотної задачі: при заданому значенні інтегрального індексу знайти значення складових та індикаторів, що забезпечують бажане значення інтегрального індексу, тобто виконати стратегічне планування енергетичної безпеки. Для вирішення цього питання розроблено методологію стратегування з використанням методів адаптивного регулювання [11, с. 83—89]. Але це тема окремого дослідження.

ВИСНОВКИ

Запропоновано підхід до визначення місця та ролі енергетичної безпеки у забезпеченні фундаментальних національних інтересів, зокрема забезпечення сталого розвитку країни.

Завдяки застосуванню системного підходу енергетичну безпеку як об'єкт управління описано набором індикаторів, що дозволяє досліджувати

Таблиця 4. Критичні загрози та вагомість їх впливу на рівень енергетичної безпеки

Складові та індикатори енергетичної безпеки — загрози за віддаленістю від критерію сталого розвитку (важливість загрози)	Складові та індикатори енергетичної безпеки — загрози за вагомністю впливу	Коефіцієнт еластичності
За складовими		
Ресурсно-технічна забезпеченість	Інституційно-організаційне забезпечення	0,1524
Економічна прийнятність	Відповідність цілям	0,1508
Відповідність цілям	Відповідність політиці	0,1458
Ресурсна достатність	Ресурсна достатність	0,1451
Відповідність політиці	Економічна прийнятність	0,1369
Економічна доступність	Екологічна прийнятність	0,0965
Інституційно-організаційне забезпечення	Економічна доступність	0,0861
Екологічна прийнятність	Ресурсно-технічна забезпеченість	0,0820
За індикаторами		
Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на 1 споживача (SAIDI), хв. / рік	Індекс тривалості довгих перерв в електропостачанні на 1 споживача (SAIDI), хв. / рік	-0,1519
Рівень тіннізації ПЕК, % ВДВ ПЕК	Кінцева вуглемісткість енергії, г CO ₂ / МДж	-0,0979
Рівень тінньового завантаження капіталу (добувна галузь, виробництво електроенергії, газу і води), % від офіційного значення	Рівень тіннізації ПЕК, % ВДВ ПЕК	-0,096
Рівень запасів або резервів від обсягів річного чи місячного споживання за видами ПЕК, %	Рівень тінньового завантаження капіталу (добувна галузь, виробництво електроенергії, газу і води), % від офіційного значення	-0,0907
Відповідність політичних лідерів завданням, що постають перед системою	Ресурсна достатність нафти та нафтопродуктів, %	-0,0617
Сонячна та вітрова енергетика	Ресурсна достатність вугілля, %	-0,0579
Рівень технологічної залежності імпорту або експорту з одного джерела (за видами енергетичних технологій), %	Якість законодавства, %	0,0529
ВВП на 1 особу, тис. дол. / 1 особу (за поточним обмінним курсом)	Відповідність політичних лідерів завданням, що постають перед системою, %	0,0507
Рівень тінньового споживання ПЕК, % ВВП України	Якість кадрів (технічних та управлінських), %	0,0503
Рівень оновлення основних засобів ПЕК, %	Якість послуг (первинних ресурсів, продуктів та енергії), %	0,0497

Джерело: складено і розраховано авторами.

не тільки традиційні складники (елементи, зв'язки, структуру) системного опису енергетичної безпеки, але й її процесуальний складник (функції, процеси, «матеріал»), що становить предмет наукової новизни. Такий опис енергетичної безпеки дозволяє узгодити існуючі підходи до оцінки рівня енергетичної безпеки у частині як «стану» захищеності, так і «спроможності» системи до адаптації до нових викликів.

З урахуванням окреслених підходів запропоновано систему індикаторів оцінки рівня енергетичної безпеки за відповідними складовими на підставі компромісу між складністю та спрощеністю, яка налічує 42 індикатори. Відмітною особливістю переліку індикаторів енергетичної безпеки є наявність «тіньових» індикаторів, обчислених методом «соціальної справедливості», без урахування яких визначення рівня енергетичної безпеки не відповідатиме реальній дійсності.

На основі універсальної методології ідентифікації розроблено інтегровану багатофакторну модель енергетичної безпеки в контексті сталого розвитку через визначення структурних елементів та їх індикаторів, наукове обґрунтування меж безпечного існування як формалізованого визначення вектора порогових значень, 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 ідентифікувати рівень енергетичної безпеки та обґрунтувати цільові стратегічні орієнтири структурної перебудови енергетичної безпеки.

За результатами моделювання визначено перелік найважливіших загроз за віддаленістю від критерію сталого розвитку, розраховано вагомість їх впливу на загальний рівень енергетичної безпеки для розроблення відповідних інституційних заходів реагування на визначені загрози.

Отримання динаміки інтегральних індексів складових енергетичної безпеки, а також будь-яких складових національної безпеки слугуватиме найкращим індикатором ефективності/неефективності дій уряду та влади замість моніторингу окремих макропоказників.

Вважаючи неприйнятним для стратегування принцип класичного прогнозування «минуле визначає майбутнє», який визначає можливі прогнозні значення складових та індикаторів, ми застосовуємо новий підхід до стратегічного планування за принципом «майбутнє визначається траєкторією в майбутнє», що дозволяє науково обґрунтувати бажані значення складових та індикаторів, які стають стратегічним планом розвитку.

Подальше завдання дослідження полягає в застосуванні системного підходу до формування цілей у сфері енергетичної безпеки та проведення моделювання траєкторій «стратегування».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мартюшева О.О. Проекти концепцій сталого розвитку України: можливість їх вдосконалення та застосування : аналіт. записка / НІСД, 2014 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.niss.gov.ua/articles/1566/>
2. Шевцов А.І., Земляний М.Г., Бараннік В.О. та ін. Енергетична безпека України: стратегія та механізми забезпечення ; [за ред. А.І. Шевцова]. — Дніпропетровськ : Пороги, 2002. — 264 с.

3. Резнікова О.О. Забезпечення національної безпеки і національної стійкості: спільні й відмінні риси // Вісник Львівського університету. — Сер.: Філософсько-політологічні студії. — 2018. — Вип. 19. — С. 170—175.
 4. Суходоля О.М. Проблеми визначення сфери регулювання енергетичної безпеки // Стратегічні пріоритети. — 2019. — № 1. — С. 5—17.
 5. Azzuni A., Breyer C. Definitions and dimensions of energy security: a literature review // WIREs Energy Environ, 2018 (doi: <https://doi.org/10.1002/wene.268>) (дата звернення: 24.01.2020).
 6. Sovacool B., Brown M. Competing Dimensions of Energy Security: An International Perspective // Annual Review of Environment and Resources. — 2010. — No. 35:1. — P. 77—110.
 7. Cherp A., Jewell J. The concept of energy security. Beyond the four As // Energy Policy. — 2014. — No. 75(c). — P. 415—421 (doi: <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>) (дата звернення: 12.02.2020).
 8. Hughes L. A generic framework for the description and analysis of energy security in an energy system // Energy Policy. — 2012. — No. 42. — P. 221—231 (doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.079>) (дата звернення: 14.02.2020).
 9. Couder J. Literature Review on Energy Efficiency and Energy Security, including Power Reliability and Avoided Capacity Costs, 2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://combi-project.eu/wp-content/uploads/2015/09/D7.1.pdf> (дата звернення: 24.01.2020).
 10. Бобров Є. Енергетична безпека держави : моногр. — К. : Університет економіки та права «КРОК», 2013. — 308 с.
 11. Харaziшвилі Ю.М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації : моногр. / НАН України, Ін-т економіки промисловості. — К., 2019. — 304 с.
 12. Суходоля О.М. Енергетична безпека: оцінка стану, цілепокладання, загрози // Науковий часопис Академії національної безпеки. — 2019. — № 3-4. — С. 30—63.
 13. Харaziшвилі Ю.М. Світло і тінь економіки України: резерви зростання та модернізації // Економіка України. — 2017. — № 4 (665). — С. 22—45.
 14. Пиг Дж. ван. Прикладная общая теория систем. — В 2 т. — М. : Мир, 1981. — Т. 2. — 730 с.
- Стаття надійшла 27.04.2020

REFERENCES

1. Martiusheva O. Draft concepts of sustainable development of Ukraine: the possibility of their improvement and application. NISS, 2014, available at: <http://www.niss.gov.ua/articles/1566/> [in Ukrainian].
2. Shevtsov A., Zemlianyi M., Barannik V. et al. Energy Security of Ukraine: Strategy and Mechanisms of Ensuring. A.I. Shevtsov (Ed.). Dnipropetrovsk, Porohi, 2002 [in Ukrainian].
3. Reznikova O. Providing national security and national resilience: common features and differences. *Visnyk of the Lviv University. Ser: Philosophical Political studies*, Iss. 19, 2018, pp. 170—175 [in Ukrainian].
4. Sukhodolia O. The problems of defining the scope of energy security regulation. *Strategic Priorities*, No. 1, 2019, pp. 5—17 [in Ukrainian].
5. Azzuni A., Breyer C. Definitions and dimensions of energy security: a literature review. *WIREs Energy Environ*, 2018 (doi: <https://doi.org/10.1002/wene.268>) (accessed on: 24.01.2020).
6. Sovacool B., Brown M. Competing Dimensions of Energy Security: An International Perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, No. 35:1, 2010, pp. 77—110.
7. Cherp A., Jewell J. The concept of energy security. Beyond the four As. *Energy Policy*, No. 75(c), 2014, pp. 415—421 (doi: <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>) (accessed on: 12.02.2020).
8. Hughes L. A generic framework for the description and analysis of energy security in an energy system. *Energy Policy*, No. 42, 2012, pp. 221—231 (doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.079>) (accessed on: 14.02.2020).

9. Couder J. Literature Review on Energy Efficiency and Energy Security, including Power Reliability and Avoided Capacity Costs, 2015, available at: <https://combi-project.eu/wp-content/uploads/2015/09/D7.1.pdf> (accessed on: 24.01.2020).
10. Bobrov Ye. Energy Security of the State. Kyiv, «KROK» University, 2013 [in Ukrainian].
11. Kharazishvili Yu. System Security of Sustainable Development: Assessment Tools, Reserves and Strategic Implementation Scenarios. NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, Kyiv, 2019 [in Ukrainian].
12. Sukhodolia O. Energy security: assessment, goal setting, threats. *Scientific Journal the Academy of National Security*, No. 3-4, 2019, pp. 30—63 [in Ukrainian].
13. Kharazishvili Yu. Light and shadow of the economy of Ukraine: reserves for growth and modernization. *Economy of Ukraine*, No. 4 (665), 2017, pp. 22—45 [in Ukrainian].
14. Van Gigch J. Applied General Systems Theory. Vol. 2, Moscow, Mir, 1981 [in Russian].

Received on April 27, 2020

Oleksandr Sukhodolia, Dr. Sci. (Public Administration), Professor,
Head of the Department of Critical Infrastructure,
Energy and Ecological Security of the Center for Security Studies,
National Institute for Strategic Studies,
7A, Pyrohova St., Kyiv, 01030, Ukraine
Yurii Kharazishvili, Dr. Sci. (Econ.), Senior Researcher,
Senior Researcher of the Department of Critical Infrastructure,
Energy and Ecological Security of the Center for Security Studies,
National Institute for Strategic Studies,
7A, Pyrohova St., Kyiv, 01030, Ukraine
Dmytro Bobro, PhD (Phys. & Math.),
Leading Researcher of the Department of Critical Infrastructure,
Energy and Ecological Security of the Center for Security Studies,
National Institute for Strategic Studies,
7A, Pyrohova St., Kyiv, 01030, Ukraine

METHODOLOGICAL BASIS FOR ASSESSING THE LEVEL AND STRATEGIC PLANING OF THE ENERGY SECURITY OF UKRAINE

The problems of the description of energy security as an object of management and the choice of indicators for assessing the state of energy security are studied. It is proposed to develop a new model of such a description based on the application of a systemic approach. A structural and functional scheme of Ukraine's national security is developed, which determines the place and role of energy security in ensuring fundamental national interests — sustainable development of the national economy, civil society and the state for increasing the level and quality of life, as well as state sovereignty, independence, etc. Methodological recommendations for the formation of a set of indicators for assessing the level of energy security are developed. It was proposed to describe the energy security through allocation of indicators according to the system description, namely perception of the whole system, structure, functions, processes, and system material. The proposed method for determining indicators allows assessing the state (as a set of indicators that reflect the perception of the whole system from the outside) and the system's ability to develop and respond to threats (as a set of indicators that reflect the functions and processes of the system).

Taking into account these approaches, a system of indicators was proposed for assessing the level of energy security that reflects: resource adequacy, affordability, economic acceptability, environmental acceptability, resource and technical support, institutional and organizational support, compliance with policy and objectives. Based on a compromise between complexity and simplification, 42 indicators are proposed (taking into account «shadow»

ones, without which the assessment of the level of security will be inadequate to reality). For each indicator, the limits of safe existence are scientifically substantiated: the vector of threshold values.

The methodological basis for identification of the level of energy security and strategy planning is the concept of sustainable development from the standpoint of security. Based on this approach, an integrated multifactor model of energy security is developed and modeling was done to determine the current level of energy security of Ukraine and a list of major threats. To solve the problem of strategic planning, a new approach is applied, based on the principle «the future is determined by the trajectory into the future» instead of the principle of classical forecasting «the past determines the future».

Keywords: *system approach; structure; function; processes; multifactor model; energy security; identification; forecasting; strategy planning.*