

УДК 330.341.2:620

JEL classification: E61, N12, O2

DOI: 10.20535/2307-5651.23.2022.264638

**Щуров І. В.**

кандидат технічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-9256-1264

Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**Shchurov Ihor**

National University "Yury Kondratyuk Poltava Polytechnic"

## МЕТОДОЛОГІЯ СИСТЕМАТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ

## METHODOLOGY OF SYSTEMATIC TRANSFORMATION OF THE ENERGY SECTOR OF THE NATIONAL ECONOMY UNDER THE CONDITIONS OF ENERGY TRANSITION

Стаття присвячена обґрунтуванню методологічних підходів щодо проведення системної трансформації енергетичного сектора національної економіки. Обґрунтовано сукупність стратегічних завдань щодо переходу України на безвугільне майбутнє. Здійснено аналітичну оцінку моделі національної економіки України станом на 2020 р. та показників її енергоємності. Проаналізовано специфіку прояву найбільших загроз енергетичній безпеці України. Прیدілено увагу оцінюванню результативності екологічного, соціального і корпоративного управління на підприємствах цього сектору економіки. Обґрунтовано пріоритети трансформації економіки України під впливом глобальних енергетичних викликів, що у сукупності мають визначити траєкторію сталого розвитку економіки, енергетичну стабільність та добробут населення в Україні.

**Ключові слова:** енергетична система, трансформація, енергетичний перехід, національна економіка, енергетична безпека.

This article is devoted to methodological approaches to the systematic transformation of the energy sector of the national economy of Ukraine. The analysis of the transformation of the energy sector of the national economy of Ukraine was carried out. The peculiarities of manifestation of the transformation of the energy system were established. A set of strategically important tasks for the transition to a driverless future of the country (decarbonization of the economy) has been revealed. It has been revealed that the transformation of the energy sector requires the implementation of new technologies in the energy sector. The task of replacing existing technologies with new, more promising ones has been updated, as well as the feasibility of reviewing the economic transformations of businesses and territories under the influence of energy shocks. The importance of assessing the accessibility of modern energy sources to all consumers, their economic, environmental, and social efficiency is highlighted. Consideration is given to considering European experience with a so-called "equitable transformation" of territories. The set of strategic tasks for Ukraine's transition to a civil-free future (decarbonization of the economy) was substantiated. An analytical assessment of the Ukrainian national economy model for 2020 and indicators of its energy efficiency was carried out. The specific features of the most significant threats to energy security of Ukraine were analyzed. Attention is paid to estimation of efficiency of ecological, social, and corporate management for enterprises of this sector of the economy. Methodologically the priorities of Ukrainian economic transformation under the influence of global energy impact that together will determine the trajectory of the economy development, energy stability and well-being of the population in Ukraine have been methodologically substantiated. Justify the stubbornness of further harmonization of legal field formation in energy sector politics taking into account of the EU experience. This needs systematic transformation of energy sector taking into account priorities of national security provision.

**Key words:** energy system, transformation, energy transition, national economy, energy security.

**Постановка проблеми.** Зміна стратегічних завдань сучасного розвитку України викликана необхідністю реалізації наступного етапу енергетичного переходу України з метою широкого використання відновлюваних джерел енергії та заміщення викопних видів палива, а також кардинально новими завданнями подальшого розвитку України в умовах її глибокої інтеграції з ЄС. Неминуче ефективність розв'язання таких масштабних перетворень супроводжується перебудовою енергетичного сектору національної економіки за його структурою та видами енергетичних ресурсів, збалансованістю виробництва та використання існую-

чих енергетичних ресурсів, зміною доступності енергетичної інфраструктури, а також сукупності вимог до забезпечення енергетичної безпеки країни.

**Аналіз основних публікацій.** В умовах сьогодення визначення перспективних напрямів розвитку енергетичної системи країн світу потребує урахування змін в їх енергетичному забезпеченні та доступі до енергетичних ресурсів, а також оцінювання впливу нових викликів та загроз щодо забезпечення енергетичної безпеки. Певною мірою ці аспекти висвітлено зарубіжними науковцями Takuma Watari, Benjamin C. McLellan, Damien Giurco, Elsa Dominishb, Eiji Yamasuec, Keisuke

Nansaide [1]. Численні наукові публікації стосуються різних аспектів розвитку енергетичних систем. Зокрема Письменна У. Є., Трипольська Г. С., Курбатова Т. О., Кубатко О. В. детально досліджували фактори управління сталими енергетичними трансформаціями в енергосекторі України [21]; проблеми та перспективи трансформації енергетичних систем з позицій сталого розвитку економіки розкрито у роботах Онищенко В. О., Комеліної О. В. [3], специфіку створення низьковуглецевої моделі економіки розкрито у працях Левченко Н. М. Антонової Л. В. [4]. Сучасні аспекти забезпечення енергетичної безпеки України дослідили Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М. та ін. [5]. Основні аспекти реалізації завдань енергетичного переходу висвітлено у ряді стратегій розвитку країн Європейського Союзу, що спрямовані на те, щоб у 2050 р. майже 70% електроенергії мають надходити з відновлювальних джерел енергії [6–8]. Досвід багатьох країн світу переконує про доцільність переходу до низьковуглецевої енергетичної системи для забезпечення сталого розвитку [9]. Проте існують певні об'єктивні обмеження, що пов'язані із розумінням конкретних обсягів енергії, вироблених кожним видом генерації, умовами впровадження необхідних системних технологічних інновацій в енергетичному та суміжних секторах економіки, а також можливістю залучати необхідні обсяги інвестицій, що у сукупності мають забезпечити не лише економічні, а і соціальні та екологічні аспекти сталого розвитку країн.

В умовах глибокої інтеграції України до Європейського Союзу для реалізації енергетичної стратегії необхідно чітко окреслити проблеми та перешкоди розвитку енергетичного сектора економіки України, визначити напрями його системної трансформації, а також механізми забезпечення, що не суперечать Європейському плану стратегічних енергетичних технологій (SET) [7; 10; 11].

**Метою дослідження є розроблення методологічних підходів щодо проведення системної трансформації енергетичного сектора національної економіки з урахуванням завдань енергетичного переходу в сучасних умовах.**

**Виклад основного матеріалу.** Сучасний етап енергетичного переходу України вимагає обґрунтування нових моделей економічного розвитку та запровадження більш досконалих механізмів забезпечення функціонування та взаємодії стейкхолдерів на ринку енергетичних ресурсів. Це має супроводжуватися розробленням та практичною реалізацією нових «правил гри» на енергетичному ринку для бізнесу, держави, домогосподарств, інших стейкхолдерів. Складність цього процесу полягає у системній трансформації умов, механізмів, регуляторів та інструментів, спрямованих на оптимізацію використання енергоресурсів і досягнення максимального ефекту від їх використання.

Методологічно важливо враховувати, що перспективи подальшого розвитку української енергетичної системи визначають такі ключові чотири глобальні тренди: декарбонізація, децентралізація, цифровізація та впровадження нової корпоративної політики на засадах економічної доцільності, соціальної та екологічної відповідальності бізнесу, уряду, споживачів.

Реалізація такого методологічного підходу має стратегічно важливе значення, а його розроблення та

поетапна реалізація дають змогу визначити стратегічні вектори трансформації економіки України на системній основі, попередити подальшу дестабілізацію економіки країни під впливом цих глобальних трендів, визначити стратегію реформ в країні на перспективу з урахуванням новітніх змін (політичних, економічних, фінансових тощо).

Системний вплив зазначених глобальних трендів на економічну систему країни проявляється у тенденціях її сучасного розвитку та посилює прояв енергетичних викликів і зростання попиту на «чисту енергію». Це, у свою чергу, прискорює попит на розробку нових технологій в енергетиці, актуалізує завдання щодо заміщення існуючих технологій на нові, більш перспективні, викликає необхідність перегляду економічних трансформацій бізнесу та територій під впливом енергетичних викликів, конкурентоспроможність яких безпосередньо визначається специфікою теплової генерації, а також доступністю сучасних джерел енергії для всіх споживачів, їх економічною, екологічною та соціальною ефективністю. Особливо важливо під час посилення суспільного попиту на чисту енергію урахувати європейський досвід так званої «справедливої трансформації» територій, економічний фундамент розвитку яких тривалий час був пов'язаний із видобуванням вугільного палива.

Перехід України на безвугільне майбутнє (декарбонізація економіки) потребує розв'язання стратегічно важливих завдань [8–11]:

- перехід від традиційної до збалансованої моделі розвитку енергетичної системи з позицій вимог моделі декарбонізації економіки;

- досягнення балансу між застарілими технічними системами забезпечення енергетичних потреб України та інноваційними технологіями;

- досягнення балансу між завданнями реалізації цілей сталого розвитку, станом навколишнього природного середовища, економікою бізнесу, енергетичною безпекою країни у цілому.

Аналітична оцінка моделі національної економіки України станом на 2020 р. свідчить про зниження відповідних показників її енергоємності як сукупного результату дії різних процесів: скорочення загального обсягу валового внутрішнього продукту (на 13,4%); зменшення кінцевого енергоспоживання (на 44,4%); зменшення постачання первинної енергії (майже на 38%). Такі зміни супроводжувалися фактичним скороченням обсягів споживання енергетичних ресурсів та обсягів виробництва (табл.1). Проте причини та динаміка змін не віддзеркалюють перехід до збалансованої моделі розвитку енергетичної системи з позицій вимог моделі декарбонізації економіки [12].

Темпи оновлення та модернізації існуючих технічних систем в енергетичному комплексі залишаються не достатніми. Аналітична оцінка результативності інноваційно-інвестиційних механізмів забезпечення функціонування енергетичного сектору країни в умовах енергетичного переходу потребує одночасного проведення відповідного аналізу цільових показників сталого розвитку країни. Такий підхід на основі аналізу цільових орієнтирів сталого розвитку на світовому та національному рівнях [9–13] дає змогу чіткіше визначити та оцінити рівень їх досягнення у динаміці.

Таблиця 1

## Динаміка енергоємності економіки України, 2007–2020 рр.

Показники / одиниці виміру	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВВП за ПКС 2017 р./ млрд. міжн. доларів	540,3	481,5	492,2	504,4	521,5	538,4	516,7
Кінцеве енергоспоживання							
Кінцеве енергоспоживання / млн. т н.е.	74,0	50,8	51,6	49,9	51,4	49,7	47,8
Енергоємність, т н.е./ тис. міжн. доларів	0,137	0,106	0,105	0,099	0,099	0,092	0,093
Загальне постачання первинної енергії							
Загальне постачання первинної енергії / млн. т н.е.	132,3	90,1	94,4	89,5	93,55	89,4	86,4
Енергоємність ВВП / т н.е. / тис. міжн. доларів	0,245	0,187	0,192	0,177	0,179	0,166	0,167

ВВП розраховано за ПКС за цінами 2017 р. (за даними Світового банку у міжнародних доларах)

Джерело: складено за даними Державної служби статистики України, дані з 2014 р. дані наведено без урахування тимчасово окупованої території АР Крим і м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях [12]

На жаль, не було досягнуто значення цільового показника зростання загального обсягу виробництва електроенергії за 2015–2020 рр. до 163, 8, млрд. кВт·год. Навпаки, відбулося скорочення цього показника на 9,5% (зі 157,7 до 148,9 млрд. кВт·год). Відчутно змінилася структура виробництва електроенергії, де відбулося заростання частки виробленої електричної енергії за рахунок використання альтернативних джерел (вітрової, сонячної, біомаси) з 1,6 до 10,9 млрд. кВт·год при скороченні ролі АЕС (з 87,6 до 76,2 млрд. кВт·год), а також електроенергії, виробленої на ТЕС ГК на 19,8% (з 49,4 до 39,6 млрд. кВт·год).

Не вдалося реалізувати цільовий орієнтир, встановлений на 2020 р. щодо скорочення технологічних витрат електричної енергії у розподільчих електромережах (11,00%), який становив у 2020 р. 11,34%, що нижче на 0,16 п.п. від рівня 2015 р. Залишився значним загальний обсяг технологічних витрат електричної енергії в розподільчих електромережах, що у 2020 р. становив 15451 млн.кВтг. За період 2015–2020 рр. втрати тепла в тепломережах неухильно зростали та у 2020 р. досягли 20,4% порівняно із 2018 р. (приріст становив 1,9 п.п.).

Надскладними виявилися встановлені цільові орієнтири щодо забезпечення диверсифікації постачання первинних енергетичних ресурсів з метою досягнення максимальної частки імпорту первинних енергоресурсів (крім ядерного палива) не більше 15% з однієї країни (компанії) у загальному обсязі їхнього постачання (імпорту) (станом на кінець 2020 р.). Офіційні дані показують, що за досліджуваній період у розрізі визначених цільових показників реалізації моделі

сталого розвитку (ціль № 7) вдалося скоротити частку імпорту нафти (з 99,9% до 70,2%), проте збільшився показник залежності від імпорту природного газу (з 37,3% до 49,7%) та вугілля (з 54,3% до 70,2%). При цьому частка одного постачальника на ринку ядерного палива змінилася з 91,6% у 2015 р. до 53,8% у 2020 р. [12].

Важливим завданням енергетичного переходу та забезпечення сталого розвитку енергетичного ринку було визначено виробництво електроенергії за рахунок введення додаткових потужностей об'єктів альтернативної енергетики (вироблення енергії з відновлюваних джерел). Цільовим орієнтиром було визначено зміну структури національного енергетичного балансу шляхом збільшення обсягів виробництва енергії з відновлюваних джерел. Відповідно було заплановано збільшити цей показник з 5,0% у 2015 р. до 11%), проте фактичний показник у 2020 р. становив 9,2%.

У цілому у 2015–2020 рр. такі результати супроводжувалися зниженням ВВП України та загального показника його енергоємності (витрат первинної енергії у розрахунку на одиницю ВВП за ПКС 2017 р.) з 0,187 у 2015 р. до 0,167 у 2020 р. (кг н.е. на міжнародний долар), а також зміною основних енергетичних потоків, розбалансуванням національного енергетичного балансу, посиленням прояву загроз енергетичної безпеки країни у цілому [13]

Таким чином, у рамках завдань реалізації цілей сталого розвитку України та конкретно – забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії (цілі № 7) [13] важливими слід визнати завдання щодо розширення інфраструктури та модер-

Таблиця 2

## Обсяг, динаміка та структура виробництва електроенергії в Україні, 2015 р., 2020 р. (млрд. кВт·год)

Показники	2015		2020	
Виріток електроенергії, усього	157,7	100%	148,9	100%
в тому числі				
ТЕС ГК	49,4	31,33	39,6	26,60
ТЕЦ та когенераційні установки	6,1	3,87	12,8	8,59
ГЕС	5,2	3,3	6,0	4,03
ГАЕС	1,6	1,01	1,6	1,07
АЕС	87,6	55,55	76,2	51,18
Блокстанції	6,2	3,93	1,8	1,21
Альтернативні джерела енергії (ВЕС, СЕС, біомаса)	1,6	1,01	10,9	7,32

Джерело: державна служба статистики України [12]

нізації мережі для забезпечення надійного та сталого енергопостачання на основі впровадження інноваційних технологій.

Серед найбільших загроз енергетичній безпеці України станом на серпень 2021 р. було офіційно визначено такі [13]:

- значний рівень синхронізації функціонування національної енергосистеми та енергосистем країн, які не зацікавлені у стабілізації та зміцненні енергетичної безпеки України;

- високий рівень монополізації енергетичних ринків і, відповідно, значна концентрація приватного капіталу в енергетичному секторі. Це сприяло зниженню прозорої цінової конкуренції на енергетичному ринку, зростанню заборгованості їх різних суб'єктів, погіршенню технічного стану основних засобів підприємств;

- недостатній рівень інноваційно-інвестиційної активності бізнесу в енергетичній сфері та у розвитку енергетичної інфраструктури. Це не забезпечувало виконання завдання щодо створення об'єднаної енергетичної системи країни та інтересів споживачів щодо доступності та якості електроенергії. Отже, існуючі механізми активізації інноваційно-інвестиційної діяльності бізнес-структур у цьому сегменті економіки не супроводжувалися необхідними технологічними змінами. На жаль, показники зношення основних засобів станом на кінець 2020 р. досягли 50–70% у розрізі окремих бізнес-структур та галузей, що, відповідно, викликало зниження надійності енергопостачання, високої аварійності теплових пунктів, тепломереж, електромереж у комунальній сфері тощо. Для порівняння: в Україні середні втрати під час перетворення та транспортування енергії до кінцевого споживача становили станом на 2020 р. до 44% енергії, а в ЄС цей показник відповідно становив 32%;

- неприпустимо низька інвестиційна привабливість енергетичної галузі, що визначалося впливом фінансових ризиків, високим рівнем заборгованості між учасниками ринку електроенергії (більше 40 млрд. грн. за результатами 2020 р.), недосконалими стратегіями розвитку енергетичного сектора країни;

- критичний стан паливно-енергетичного комплексу України та енергоефективності економіки у цілому.

При цьому, вплив внутрішніх викликів посилювався відповідним впливом зовнішніх викликів щодо забезпечення енергетичної безпеки країни, що у цілому заважало системній трансформації енергетичного сектора національної економіки та завдань енергетичного переходу для України.

Відтак обмеженими виявилися можливості країни щодо реалізації ініціатив Європейської Комісії "Європейський зелений курс", концепції ЄС "вуглецевого відбитку" (carbon footprint), включення України у загальний ланцюг виробництва в ЄС. Повільною була реалізація екологічних імперативів сучасного енергетичного переходу у наслідок обмеженого доступу підприємств цього сектору до кредитного фінансування окремих комерційних проєктів, які не завжди ураховували екологічні вимоги.

В енергетичному секторі економіки у найбільш складному стані знаходився вугільний комплекс, який тривалий час залишався дотаційним, функціонував економічно неефективно, був одним з найбільших

забруднювачів навколишнього природного середовища, мав граничний знос інфраструктури. Ці негативні явища супроводжувалися постійним скороченням видобування вугілля. У досліджуваній період не менш складному стані знаходилася атомна енергетика, оскільки її об'єкти потребували невідкладної модернізації, покращення технічних характеристик, будівництва нових енергоблоків, що потребувало також значних інвестицій. Нафтогазовий комплекс України також демонстрував стагнацію та падіння виробництва, залишався нереалізованим потенціал гідронергетики, біо- та вітроенергетики.

Заявлений у рамках Стратегії енергетичної безпеки та Цілей сталого розвитку в Україні курс на підвищення частки електроенергії на основі альтернативних джерел та механізмів з високою варіативністю її виробництва протягом року не став основою виникнення нових внутрішніх імпульсів для розвитку енергетичної системи. При цьому достатньо позитивні зміни у структурі енергетичного балансу не супроводжувалися підвищенням гнучкості енергосистеми країни, створенням необхідних потужностей систем накопичення енергії для покриття пікових навантажень. Серйозними вадами енергетичної системи виявилася її низька маневреність, відсутність механізмів реагування та балансування виробництва енергії.

Останніми роками з різних причин відбулося ускладнення прогнозування попиту та пропозиції на ринку електроенергії, що також посилювало ризики його розбалансування. Неврегульованими залишилися питання оплати за «зеленим тарифом» усіх обсягів виробленої електроенергії з відновлюваних джерел енергії. Виникнення нових незалежних виробників, що водночас є й споживачами електроенергії, призвело до підвищення ризиків з забезпечення надійності подальшого функціонування централізованих розподільчих систем та генеруючих установок великої потужності.

Посилення впливу існуючих та нових глобальних викликів на енергетичний розвиток України разом з негативними тенденціями його інноваційно-інвестиційного розвитку дають змогу стверджувати про недосконалість діючих стратегій та механізмів забезпечення результативності функціонування енергетичного сектору та його бізнес-структур як у державному, так і приватному секторах економіки. Ускладнення прогнозування попиту та пропозиції на енергетичних ринках з різних причин потребує проведення його інформатизації та імітаційного моделювання із застосуванням штучного інтелекту, що в цілому сприятиме підвищенню результативності системи управління розвитком енергетичного сектору економіки.

Таким чином, світова енергетична криза, ускладнена політичними подіями, кардинальною зміною напрямів енергетичних потоків під об'єктивною дією сукупності політичних факторів потребує перегляду реалізації стратегії декарбонізації економічної системи та країни у цілому. Цей механізм має бути спрямованим на забезпечення узгодження дій суб'єктів енергетичним сектором та координації дій держави з реалізації енергетичної політики.

Узгодження правового поля, функцій і повноважень органів влади з формування політики в енергетичній сфері має відбуватися на основі вивчення досвіду країн Європейського Союзу. Нормативні акти, що ухвалю-

ються, мають бути узгодженими із загальними пріоритетами забезпечення національної безпеки. Держава має відігравати роль ефективного власника, який формує зрозумілі та узгоджені завдання і напрями діяльності державних компаній. У цьому контексті важливу роль відіграють механізми впровадження нової корпоративної політики на засадах економічної доцільності, соціальної та екологічної відповідальності бізнесу, уряду, споживачів.

**Висновки.** Методологічно важливим є оцінювання результативності діючих та обґрунтування нових механізмів системної трансформації енергетичного сектора національної економіки. Не менш важливо визначити специфіку національного енергетичного ринку та механізми його інтеграції із світовими енергетичними рин-

ками і відповідними ринками Європейського Союзу. Надзвичайно актуалізується проблематика модернізації енергетичного сектора, що пов'язана з інноваційно-технологічними аспектами його функціонування та інвестиційної привабливості. Невідкладними уявляються завдання щодо оцінювання результативності екологічного, соціального і корпоративного управління на підприємствах цього сектору економіки (ESG – англ. Environmental, Social, Corporate Governance). Методологічно важливо обґрунтувати пріоритети трансформації економіки України під впливом глобальних енергетичних викликів та відповідних змін в її енергетичному секторі, що у сукупності мають визначити траєкторію сталого розвитку економіки, енергетичну стабільність та добробут населення в Україні.

### Література:

1. Takuma Watari, Benjamin C. McLellan, Damien Giurco, Elsa Dominishb, Eiji Yamasuec, Keisuke Nansaide. Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 148. September. 2019. P. 91–103.
2. Письменна У. Є., Трипольська Г. С., Курбатова Т. О., Кубатко О. В. Фактори управління сталими енергетичними трансформаціями в енергосекторі України. *Вісник СумДУ. Серія «Економіка»*. 2020. № 3. С. 159–164.
3. Onyshchenko V., Komelina O., Shchurov I. Contribution Ukraine's Sustainable Energy Development (Modelling and Forecasting). *Lecture Notes in Civil Engineering* [this link is disabled](#). 2022. № 181. P. 739–748.
4. Левченко Н. М., Антонова Л. В. Державне регулювання процесу трансформації енергетики від застарілої моделі її функціонування до новітньої «низьковуглецевої» моделі. *The academic journal "Public Administration and Regional Development"*. DOI: <https://doi.org/10.34132/pard2020.10.12:1247-1263>.
5. 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.
6. Energy Technology Perspectives Foreword. Special Report on Clean Energy Innovation. URL: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/04dc5d08-4e45-447d-a0c1-d76b5ac43987/Energy\\_Technology\\_Perspectives\\_2020\\_\\_Special\\_Report\\_on\\_Clean\\_Energy\\_Innovation.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/04dc5d08-4e45-447d-a0c1-d76b5ac43987/Energy_Technology_Perspectives_2020__Special_Report_on_Clean_Energy_Innovation.pdf).
7. Cherp A., Jewell J. (2014) The Concept of Energy Security: Beyond the Four As. *Energy Policy*, 75, 415–421. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>.
8. The Concept of Energy Security: Beyond the Four As. *Energy Policy*, 75, 415–421. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>.
9. The Global Goals and the 2030. Agenda for Sustainable Development. URL: <https://www.government.se/government-policy/the-global-goals-and-the-2030-Agenda-for-sustainable-development>.
10. Стратегія енергетичної безпеки. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 4 серпня 2021 р. № 907-р. URL: <https://www.undp.org/ukraine/publications/sustainable-development-strategy-ukraine-2030>.
11. Національна доповідь "Цілі сталого розвитку: Україна до 2030 року. URL: <https://www.zoda.gov.ua/article/2353/natsionalna-dopovid-tsili-stalogo-rozvitku-ukrajina.html>.
12. Державна служба статистики України. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/csr\\_prezent/2020/ukr/st\\_rozv/metadata/07/07.htm](https://www.ukrstat.gov.ua/csr_prezent/2020/ukr/st_rozv/metadata/07/07.htm).
13. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року. Указ Президента України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

### References:

1. Takuma Watari, Benjamin C. McLellan, Damien Giurco, Elsa Dominishb, Eiji Yamasuec, Keisuke Nansaide (2019) Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 148, pp. 91–103.
2. Pysmenna U. Ie., Trypolska H. S., Kurbatova T. O., Kubatko O. V. (2020) Faktory upravlinnia stalymy enerhetychnymy transformatsiiami v enerhosektori Ukrainy [Management factors of sustainable energy transformations in the energy sector of Ukraine]. *Visnyk SumDU. Seriiia «Ekonomika»*, no. 3, pp. 159–164.
3. Onyshchenko V., Komelina O., Shchurov I. (2022) Contribution Ukraine's Sustainable Energy Development (Modelling and Forecasting). *Lecture Notes in Civil Engineering* [this link is disabled](#), no. 181, pp. 739–748.
4. Levchenko N.M. Antonova L.V. Derzhavne rehuliuвання protsesu transformatsii enerhetyky vid zastariloi modeli yii funktsionuvannya do novitnoi «nyzkovuhletsevoi» modeli [State regulation of the energy transformation process from the outdated model of its functioning to the latest "low-carbon" model]. *The academic journal "Public Administration and Regional Development"*. DOI: [10.34132/pard2020.10.12:1247-1263](https://doi.org/10.34132/pard2020.10.12:1247-1263).
5. Sukhodolia O. M., Kharazishvili Yu. M., Bobro D. H., Smenkovskiy A. Yu., Riabtsev H. L., Zavorodnia S. P. (2022) *Enerhetychna bezpeka Ukrainy: metodolohiia systemnoho analizu ta stratehichnoho planuvannya* [Energy security of Ukraine: methodology of system analysis and strategic planning]. Kyiv: NISD, 178 p.
6. Energy Technology Perspectives Foreword. Special Report on Clean Energy Innovation. Available at: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/04dc5d08-4e45-447d-a0c1-d76b5ac43987/Energy\\_Technology\\_Perspectives\\_2020\\_\\_Special\\_Report\\_on\\_Clean\\_Energy\\_Innovation.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/04dc5d08-4e45-447d-a0c1-d76b5ac43987/Energy_Technology_Perspectives_2020__Special_Report_on_Clean_Energy_Innovation.pdf).
7. Strategic Energy Technology Plan. Available at: [https://energy.ec.europa.eu/strategic-energy-technology-plan-0\\_en](https://energy.ec.europa.eu/strategic-energy-technology-plan-0_en).

8. Cherp A., Jewell J. (2014) The Concept of Energy Security: Beyond the Four As. *Energy Policy*, no. 75, pp. 415–421. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>.

9. The Global Goals and the 2030 Agenda for Sustainable Development. Available at: <https://www.government.se/government-policy/the-global-goals-and-the-2030-Agenda-for-sustainable-development>.

10. Stratehiia enerhetychnoi bezpeky. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 4 serpnia 2021 r. № 907-r. [Energy security strategy. Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 4, 2021 No. 907]. Available at: <https://www.undp.org/ukraine/publications/sustainable-development-strategy-ukraine-2030>.

11. Natsionalna dopovid "Tsili staloho rozvytku: Ukraina do 2030 roku [National report "Goals of sustainable development: Ukraine until 2030]. Available at: <https://www.zoda.gov.ua/article/2353/natsionalna-dopovid-tsili-stalogo-rozvitku-ukrajina.html>].

12. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy [Державна служба статистики України]. Available at: <https://www.zoda.gov.ua/article/2353/natsionalna-dopovid-tsili-stalogo-rozvitku-ukrajina.html>.

13. Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku [About the Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030]. Available at: Ukaz Prezidenta Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.