

УДК 338.432:620.92

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-70>**Степаненко С.В.**

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики
та управління економічною безпекою,
Харківський національний університет радіоелектроніки
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6132-328X>

Локтіонов Д.О.

керівник проєктів та програм соціально-інтеграційного відділу,
БО «БФ «Карітас Харків»
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5403-1566>

Stepanenko Serhii

Kharkiv National University of Radio Electronics

Loktionov Denys

BO «BF «Caritas Kharkiv»

БІОЕНЕРГЕТИКА ЯК ФАКТОР НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Сформульовано гіпотезу про ключове значення енергетичної безпеки в системі національної безпеки. Досліджено актуальний стан паливно-енергетичної системи України. Декомпановано систему факторів, що посилюють параметри вразливості національної енергетичної системи в умовах воєнного стану. У межах реалізації стратегічного завдання побудови комбінованої системи енергопостачання особливу увагу приділено розвитку біоенергетики. Досліджено вплив останньої на національну безпеку через розкриття факторів прямого впливу, а також виокремлення позитивних зовнішніх ефектів. Наведено перелік основних напрямів здійснення регулювального впливу держави на процеси зміни енергетичного балансу в бік розширення частки біоенергетики як драйвера розбудови децентралізованої генерації.

Ключові слова: біоенергетика, енергетична безпека, національна безпека, енергетичний сектор, енергетична система, енергопостачання, сталий розвиток.

BIOENERGY AS A FACTOR OF NATIONAL SECURITY UNDER MARTIAL LAW

The purpose of the article is to study the current state of the fuel and energy system, its vulnerability to wartime risks, and analysis of the potential of bioenergy in solving the problem of strengthening the national security of Ukraine by recognizing the critical importance of energy security. The relationship between the definitions of "national security" and "energy security" as components of a part and a whole is revealed. The hypothesis about the critical importance of energy security in the national security system is formulated, considering the importance of the energy sphere for all elements of both economic and social segments without exception. The characteristics of the fuel and energy complex were studied as part of a retrospective analysis. The system of factors that increase the parameters of the vulnerability of the national energy system has been decomposed. The structure of electricity generation in Ukraine, which corresponds to the signs of a high level of centralization, is analyzed. Attention is focused on the need to diversify sources of energy in order to strengthen positions in energy security and, therefore, in national energy security. Special attention is paid to bioenergy development as part of implementing the strategic task of building a combined energy supply system. The influence of the latter on national security was studied through the disclosure of factors of direct influence (diversification of the resource base, substitution of imported energy carriers, strengthening of stability in the conditions of wartime challenges due to the production of stable and predictable electricity; the ability to balance the energy system), as well as highlighting positive external effects (reduction of anthropogenic impact on the environment, diversification of agricultural production, increasing the level of socio-economic development of rural areas, development of innovations, creation of new jobs). A list of the main directions of the regulatory influence of the state on the processes of changing the energy balance in the direction of expanding the share of bioenergy as a driver of the development of decentralized generation based on the combination of socio-ecological and economic imperatives of the development of the national economy, which corresponds to the concepts of sustainable development and national security requirements, is given.

Keywords: bioenergy, energy security, national security, energy sector, energy system, energy supply, sustainable development.

JEL classification: L94, Q40, Q41, Q43, Q48

Постановка проблеми. Питання національної безпеки традиційно викликають значний інтерес у наукової спільноти, який посилюється з появою ризиків, характерних для воєнного стану. У такі історичні періоди у свідомості людини відбувається ієрархізація загроз і зосередження уваги на тих з них, яким надається статус основних. Пересічні громадяни, які проживають на території України, усе частіше ставлять

питання, як працює паливно-енергетичний комплекс, адже відчули на собі бензинову кризу і негативний вплив блекаутів на якість життя. В актуальних умовах перед державними органами влади різного рівня стоїть завдання побудови системи безпекових факторів, що включають і зміну енергетичного ландшафту. Водночас варто зазначити посилення ролі науки в окресленні стратегічних напрямів оптимальної трансформації

та прийняття комплексних рішень. Біоенергетика як елемент у структурі відновлювальної енергетики все частіше аналізується щодо спроможності надання потужного імпульсу в генеруванні процесів на макроекономічному рівні, які запустять синергетичний ефект, спричиняють якісні зміни в соціальному, екологічному, економічному вимірах розвитку, формуючи передумови для посилення національної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості системи функціонування паливно-енергетичного комплексу в Україні як основи національної безпеки стали предметом дослідження таких вітчизняних учених-економістів, як: Л. Матійчук, О. Суходоля, Ю. Харазішвілі, Г. Рябцев, В. Величко, В. Силкін, О. Мацькевич, О. Ставицька та ін.

Питання розвитку сектору біоенергетики також було досліджено в роботах М. Домашенка, В. Байдала, П. Саблука, В. Бутенка, О. Крисального, О. Літвака, Г. Калетніка, М. Талавирі, А. Клименка, Б. Погріщука, М. Трояна, І. Мартусенка, С. Рогача, В. Школи.

Війна, яку розв'язала і веде рф проти України, актуалізувала питання знаходження шляхів подолання факторів, що негативно впливають на формування умов сталого розвитку національної системи, а також декомпонування тригерів формування системи взаємопов'язаних елементів, що спричиняють комплексний вплив на національну безпеку.

Мета статті – дослідження актуального стану паливно-енергетичної системи в Україні, її вразливості до ризиків воєнного часу; аналіз потенціалу біоенергетики у вирішенні проблеми зміцнення національної безпеки відповідно до визнання визначального значення енергетичної безпеки.

Виклад основних результатів дослідження. У загальному вигляді під національною безпекою розуміється захищеність життєво важливих інтересів, прав і свобод особи, суспільства та держави від зовнішніх і внутрішніх загроз [1, с. 103], що включає сукупність складників, серед яких: безпека особистості, державна безпека, громадська безпека, техногенна безпека, екологічна безпека, економічна безпека, енергетична безпека, інформаційна безпека, кібербезпека. Представлене дослідження виходить з гіпотези про визначальне значення енергетичної безпеки в системі національної безпеки. Остання становить собою систему взаємопов'язаних компонентів, водночас варто зазначити про об'єднання енергетичної сфери з усіма без винятку елементами як економічного, так і соціального сегментів. Системний вплив стану енергетичного сектору спостерігається через взаємообумовлену послідовність змін його параметрів на модифікацію інших. В умовах воєнного часу залежність національної безпеки від стану паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), надійності і безперебійності забезпечення споживачів виробничого, державного сектору, домогосподарств енергетичною і паливною енергією проявила себе достатньо переконливо.

ПЕК в Україні на сьогодні перебуває під впливом комплексу факторів, які проростають корінням в історію його формування і ускладнюються ризиками воєнних дій. Вразливість національної енергетичної системи зумовлена її структурою, а також сформованими принципами ресурсозабезпечення. Нормальне функціонування ПЕК України потребувало надходження

російських паливних збірок (АЕС), природного газу (ТЕС і газотранспортні, зокрема розподільні мережі), нафти й нафтопродуктів (НПЗ і нафтотранспортна система). Відчутною є ресурсна залежність держави, яка в окремі роки перевищувала 75% споживання, водночас частка найбільшого постачальника в імпорті сягала 100% (ТВЕЛ, рф, до 2011 р.) [2, с. 47, 54].

Не на користь стійкості енергетичного сектору (спроможності системи реалізовувати превентивні заходи щодо виникнення кризової ситуації в короткостроковому періоді шляхом упровадження механізмів нейтралізації негативного впливу техногенних, антропогенних, природних загроз енергетичній безпеці) в умовах воєнного часу свідчить загальна структура генерації електричної енергії в Україні (рис. 1), яка за своєю побудовою є централізованою і ґрунтується на домінуванні атомної енергетики (55% генерації забезпечують 4 атомні електростанції), на другому місці за обсягами генерації перебувають ТЕС (15 входить до складу об'єднаної енергосистеми України) та ТЕЦ (43 об'єкти), на третьому – відновлювана енергетика (сонячні, вітрові, біостанції) з 8% у структурі генерації електричної енергії, найменша частка (6,7%) належить ГЕС (8) та ГАЕС (3). На початок 2022 р. частка сонячних електростанцій у структурі відновлюваної енергетики складала 59,9%, вітрових електростанцій – 30,2%, біоенергетики – 7,75 [3].

Централізована система електропостачання, основою якої є великі електростанції, які передають енергію споживачам через магістральні і розподілені мережі, має низку суттєвих недоліків (втрати електроенергії під час транспортування, негативний вплив на навколишнє середовище і здоров'я населення), до яких додається вразливість до антропогенного впливу під час ведення воєнних дій. Через російські атаки було пошкоджено всі теплові та важливі гідроелектростанції, частина генерації розташована на тимчасово окупованих територіях і не є доступними для національної енергосистеми. Так, у січні-квітні 2023 р. внаслідок російських ударів по енергетичній інфраструктурі виробіток АЕС (порівняно з відповідним періодом 2021 р.) знизився на 32,8% – до 19,5 ТВт-год, ТЕС – на 45,3%, до 7,6 ТВт-год, ТЕЦ – на 41,7%, до 2,8 ТВт-год, ВДЕ – на 34,4%, до 2,1 ТВт-год, тоді як виробництво ГЕС і ГАЕС зросло на 36,4% – до 4,5 ТВт-год [5]. Дефіцит в енергосистемі долався завдяки імпорту зі Словаччини, Молдови, Румунії та Польщі шляхом технологічних можливостей, що витікають з інтегрованості з центральноевропейськими мережами, через які, зокрема, забезпечувався прямий експорт електроенергії в Словаччину, Угорщину, Румунію.

З огляду на мету дослідження, акцентуємо увагу на необхідності диверсифікації джерел отримання енергії для посилення позицій в енергетичній безпеці, а отже і в національній. На порядку денному стоїть питання формування в Україні системи децентралізованої або розподіленої генерації. Остання працює за принципом наявності великої кількості споживачів, які одночасно є і виробниками електричної енергії та тепла для власних потреб з можливістю передавати надлишки виробленої енергії до загальної мережі [6]. У розподілених системах генерації використовують технології, основою яких є відновлювані джерела енергії (сонячні панелі, малі вітряні турбіни, когенераційні установки,

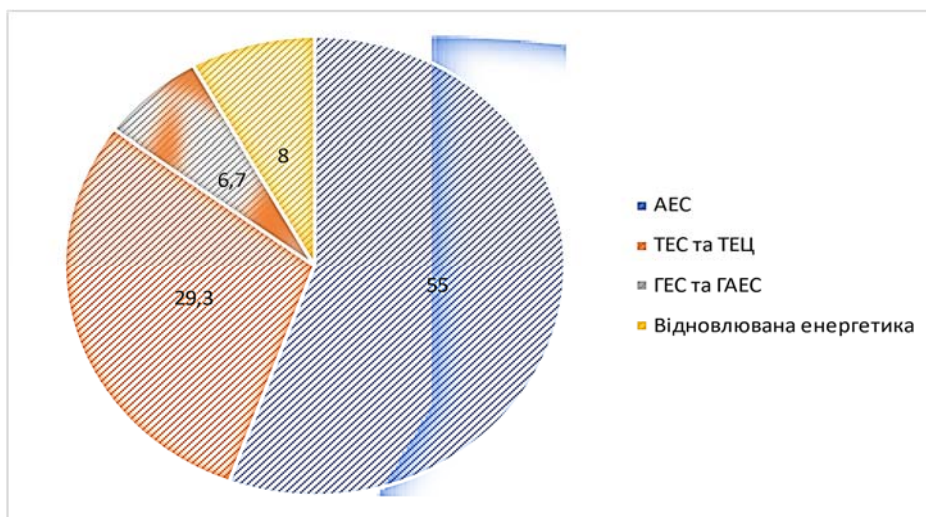


Рис. 1. Структура генерації електричної енергії в Україні на початок 2022 р., %

Джерело: сформовано автором на основі [4]

малі гідроелектростанції, станції, що використовують біомасу тощо).

Повоєнне відновлення України має відбуватися з акцентом на побудову комбінованої системи енергопостачання, максимально наближеної до споживача з потенціалом балансування енергосистеми в цілому. Водночас варто реалізовувати зазначену мету з урахуванням глобальних тенденцій розвитку, основними з яких є концепти сталості, циркулярної економіки та біоекономіки. Європейський Союз встановив амбіційні цілі щодо збільшення використання відновлюваних джерел енергії у своєму енергетичному балансі. Протягом понад двадцяти років ЄС активно працює над розробленням кліматичної та відновлювальної енергетики з метою досягнення повної декарбонізації всієї своєї економіки до 2050 р. Це передбачає не лише зменшення викидів вуглецю, але й широкомасштабне впровадження різноманітних технологій відновлювальних джерел енергії [7].

На наш погляд, високий потенціал у зміцненні енергетичної безпеки країни має розвиток біоенергетики, що здатен замінити природний газ біомасою – невикопною біологічно відновлюваною речовиною органічного походження, здатною до біологічного розкладу, у вигляді продуктів, відходів і залишків лісового та сільського господарства (рослинництва і тваринництва), рибного господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, а також складова промислових або побутових відходів, здатних до біологічного розкладу [8].

Напрямами використання біомаси є: біодизель (паливо, що виготовляється з рослинних або тваринних жирів); біостанол (паливо, виготовлене з біомаси або спирту етилового – сирцю); газове паливо – біогаз (суміш метану (60-70%), CO₂ та невеликих кількостей інших газів), біометан (метан, що утворюється шляхом збагачення біогазу або газифікації твердої біомаси). Газове паливо має значний відновлювальний потенціал, адже утворюється за рахунок анаеробної ферментації біомаси тваринного та рослинного походження, використання сміття зі звалищ на полігонах твердих

побутових відходів, стічних вод, спричиняючи позитивний екологічний і соціальний ефекти. У сегменті генерації електроенергії біоенергетика відзначається стабільністю виробництва, адже технологічний процес не залежить від погодних умов, на відміну від енергії сонця та вітру. Безпеку процесів перетворення біомаси в енергоносії забезпечують технологічні рішення з використанням обладнання, що мінімізує вплив людського фактора, будучи повністю автоматизованим.

Україна має суттєвий ресурсний потенціал розвитку біоенергетики. Так, за даними Біоенергетичної асоціації України, у межах національної економіки може потенційно вироблятися до 10 млрд м³ біометану на рік, переважно з аграрних відходів і залишків (гній, послід, солома злакових, стебла кукурудзи, стебла соняшника, жом цукрових буряків, меляса, силос кукурудзи, а також побутові відходи тощо). До 2050 р. можна досягти загальних обсягів виробництва біогазу/біометану в країні до 6 млрд м³ на рік, з яких частина може піти на експорт. Загалом же в Україні достатньо ресурсу, щоб замінити місцевим біопаливом і біометаном до 4 млрд м³ на рік природного газу до 2030 р. [9].

Вплив дотримання стратегії розвитку сектору біоенергетики на енергетичну безпеку реалізується через фактори прямого впливу (диверсифікація ресурсної бази; заміщення імпортованих енергоносіїв; посилення стійкості в умовах викликів воєнного часу за рахунок вироблення стабільної та прогнозованої електроенергії; здатність балансувати енергетичну систему), які доповнюються зовнішніми ефектами (екстерналіями), що проявляються впливом на національну безпеку і включають:

- зменшення антропогенного впливу на довкілля, зокрема емісії парникових газів, що покращить позиції України в секторі виконання зобов'язань у межах міжнародних екологічних угод щодо реалізації порядку денного у вирішенні проблем зміни клімату;

- диверсифікація аграрного виробництва, включення до асортименту продукції культур, що є сировиною для біопалива (кукурудзи, рапсу). Поява нових ринків збуту для сільськогосподарських підприємств

позитивно впливає на економічний розвиток країни;

- підвищення рівня соціально-економічного розвитку сільських територій;
- розвиток інновацій. Виробництво і споживання біомаси є мотиваційним фактором технологічного розвитку шляхом фінансування досліджень у зазначеній сфері та в підвищенні циркулярності економіки;
- створення нових робочих місць.

Ілюстрацією масштабу прямого впливу і зовнішніх ефектів розвитку біоенергетики в Україні є кількісні розрахунки прогнозних показників, представлені в табл. 1.

Збільшення використання біопалива з 3,57 млн тонн н.е. в 2020 р. до 14,71 млн тонн н.е. в 2050 р. дозволить замінити використання 17,6 млрд кубометрів природного газу, забезпечуючи зменшення імпортозалежності енергетичного сектору, а також скорочує витрати на отримання енергії, що є нагальною потребою з огляду на показники енергоемності ВВП України, які перевищують в 3 рази енергоемність в Польщі і до 5 разів вище, ніж в країнах-лідерах ЄС (економічна складова). Екологічна складова як елемент стратегії сталого розвитку реалізується шляхом зменшення викидів вуглецю на 26,52 млн тонн на рік. Соціальний ефект виявляється у збільшенні попиту на ринку праці на 94209 робочих місць. З зазначеного вище можна зробити висновок щодо відповідності розвитку біоенер-

гетики концептам стратегії сталого розвитку (рис. 2), а отже сприяння наближенню України до стандартів ЄС, покращення євроінтеграційних перспектив для держави.

Важливо зазначити, що реалізація цілісного плану розвитку біоенергетики потребує значних фінансових вкладень у розмірі 51,68 млрд грн за мінімальними розрахунками, за максимальними – 82,58 млрд грн. Досягнення прогнозованих результатів передбачає активну участь держави у стимулюванні стратегічного розширення масштабів застосування технологічних рішень у секторі біоенергетики. Варто зазначити, що політика, спрямована на субсидування викопних енергоносіїв, що реалізується в Україні, є антистимулом для розвитку відновлюваної енергетики загалом і біоенергетики, зокрема, у результаті штучного здешевлення викопних енергоносіїв. Окрім того, маємо суттєве навантаження на бюджет. Протягом 2018–2019 рр. Україна витратила 751 млн євро на непряме субсидування вугілля [11].

З метою стимулювання розвитку біоенергетики в Україні, на наш погляд, необхідно застосувати інструменти, що довели свою ефективність у межах використання в країнах, що є лідерами в розбудові зеленої енергетики, з урахуванням національної специфіки вихідних параметрів функціонування ПЕК, а саме:

- доведення вуглецевого податку до рівня, що відповідає його розміру в країнах-членах ЄС;

Таблиця 1

Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 р. у частині твердого біопалива

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м ³	Скорочення викидів CO ₂ , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, одиниць
	МВт _т	МВт _{ел}				Мін.	Макс.	
2020	8103	105	3,57	4,33	8,49	1,14	1,85	13334
2025	11955	552	5,18	6,29	12,32	2,74	4,39	232884
2030	18465	1295	7,36	8,94	17,53	5,24	8,39	39853
2035	29173	1908	10,06	12,22	23,95	7,90	12,64	64023
2040	37854	2421	12,40	15,06	29,51	10,28	16,41	85987
2045	43307	2738	13,85	16,82	32,97	11,75	18,75	99755
2050	46520	2940	14,71	17,86	35,01	12,63	20,15	107543

Джерело: [10]

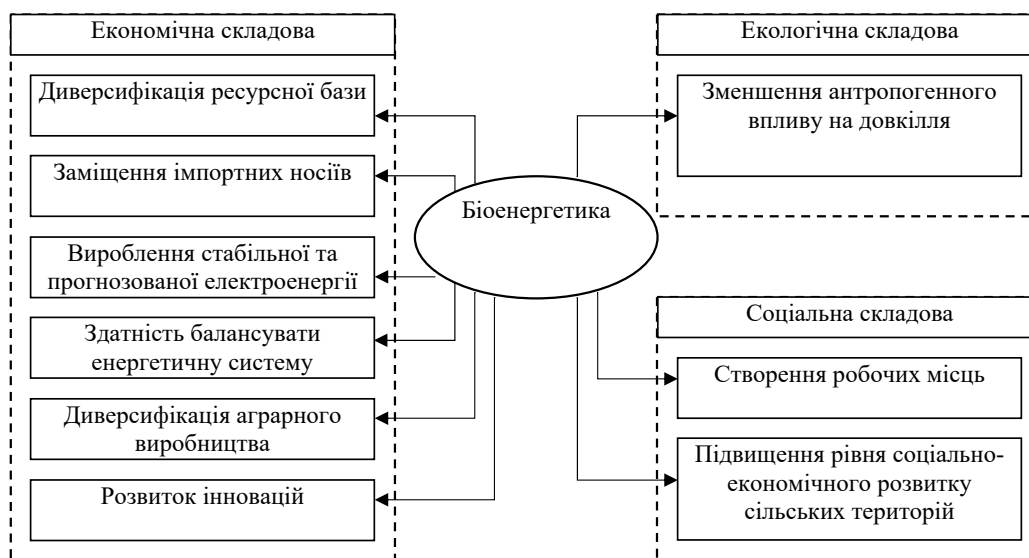


Рис. 2. Ефекти розвитку біоенергетики в концептах сталого розвитку

– перебудова механізму використання коштів, зібраних зі сплати вуглецевого податку – перехід від практики їх витрачання на загальні потреби місцевих і державного бюджетів до акумулювання у фонді декарбонізації, кошти якого будуть мати цільове призначення і будуть слугувати для співфінансування проєктів екомодернізації;

– створення економічних стимулів розвитку біоенергетики, зокрема шляхом формування конкуренції між елементами структури генерації енергії, відмови від політики субсидування вартості викопних енергоносіїв;

– реалізація політики мотивації агровиробників до вирощування енергокультур;

– гармонізація національного законодавства з міжнародними нормами з метою залучення іноземних інвестицій.

Висновки. Енергетична безпека є важливим елементом у системі національної безпеки, адже має потенціал системного впливу на значну частину її параметрів через ланцюг взаємообумовлених трансформацій. Актуальний стан енергетичної системи в Україні є історично зумовленим, проявляє ознаки, що значно збільшують ризики в умовах воєнного стану, а саме: високий рівень централізації, значна імпортоза-

лежність в аспектах ресурсозабезпечення, зокрема від викопних енергоносіїв, у постачанні яких домінує рф.

На наш погляд, найбільш прийнятною стратегією розвитку національного ПЕК є побудова комбінованої системи енергопостачання з поступовим збільшенням частки відновлюваної енергетики, зокрема біоенергетики. Остання реалізує свій вплив на національну безпеку через посилення енергетичної безпеки завдяки факторам прямого впливу (диверсифікація ресурсної бази; заміщення імпортних енергоносіїв; посилення стійкості в умовах викликів воєнного часу шляхом вироблення стабільної та прогнозованої електроенергії; здатність балансувати енергетичну систему), а також створюючи позитивні зовнішні ефекти (зменшення антропогенного впливу на довкілля, диверсифікація аграрного виробництва, підвищення рівня соціально-економічного розвитку сільських територій, розвиток інновацій, створення нових робочих місць).

Біоенергетика (за умови модифікації державної політики в енергетичній сфері) реалізує стратегію посилення стійкості енергетичного сектору, будучи драйвером розбудови децентралізованої генерації на основі поєднання соціо-еколого-економічних імперативів розвитку національної економіки, що відповідає концептам сталого розвитку та вимогам національної безпеки.

Список використаних джерел:

1. Павленко Д.Г., Семенюк Ю.В., Лисецький Ю.М. Національна безпека: поняття, складники, чинники впливу. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Державне управління*. 2021. Том 32 (71). № 3. С. 102–107.
2. Енергетична безпека України: перспективна модель управління ризиками: Монографія / за ред. О. М. Суходолі. Київ : Національний інститут стратегічних досліджень, 2023. 152 с.
3. Конеченков А. Сектор відновлювальної енергетики України до, під час та після війни. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
4. Особливості вітчизняного виробництва електроенергії. *Новини УЕБ*. URL: <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/osoblivosti-vitchiznyanogo-virobnitstva-elektroenerгии/>
5. Виробництво е/е в Україні у січні-квітні 2023 року зменшилося на 19,4%. *Українська Енергетика*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/vyrobnytstvo-ee-v-ukraini-u-sichni-kvitni-2023-roku-zmenshylosia-na-194>
6. Чому в Україні слід розвивати децентралізовану енергетику вже сьогодні. *Екодія*. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/06/Brief-rozpodilena-generacia-s.pdf>
7. European Commission The European Green Deal. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
8. Закон України «Про альтернативні види палива». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text>
9. Гелетука Г., Железна Т., Драгнев С. Можливості скорочення і заміщення споживання природного газу в централізованому теплопостачанні України. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2022. Т. 44. № 2. С. 64–68.
10. Geletukha G., Zheliezna T. Prospects for Bioenergy Development in Ukraine: Roadmap until 2050. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021. V. 22 (5). P. 73–81.
11. Домбровський О. Два ключі до енергонезалежності України. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/05/30/687599/>

References:

1. Pavlenko D. H., Semeniuk Yu. V., Lysetskyi Yu. M. (2021) Natsionalna bezpeka: poniattia, skladnyky, chynnyky vplyvu [National security: concepts, components, influencing factors]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Derzhavne upravlinnia*, vol. 32 (71), no. 3, pp. 102–107.
2. Sukhodoli O. M. (ed.) (2023) Enerhetychna bezpeka Ukrainy: perspektyvna model upravlinnia ryzykamy [Energy security of Ukraine: a perspective model of risk management]. Kyiv: Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen. (in Ukrainian)
3. Konechenkov A. (2022) Sektor vidnovliuvalnoi enerhetyky Ukrainy do, pid chas ta pislia viiny [The renewable energy sector of Ukraine before, during and after the war]. Available at: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
4. Novyny UEB (2022) Osoblyvosti vitchyznianoho vyrobnytstva elektroenerгии [Features of domestic electricity production]. Available at: <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/osoblivosti-vitchiznyanogo-virobnitstva-elektroenerгии/>
5. Ukrainaska Energetyka (2023) Vyrobnytstvo e/e v Ukraini u sichni-kvitni 2023 roku zmenshylosia na 19,4% [Production of e/e in Ukraine in January-April 2023 decreased by 19.4%]. Available at: <https://ua-energy.org/uk/posts/vyrobnytstvo-ee-v-ukraini-u-sichni-kvitni-2023-roku-zmenshylosia-na-194>
6. Ecodiia (2018) Chomu v Ukraini slid rozvyvaty detsentralizovanu enerhetyku vzhe sohodni [Why Ukraine should develop decentralized energy already today]. Available at: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/06/Brief-rozpodilena-generacia-s.pdf>

7. European Commission The European Green Deal (2024). Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
8. Zakon Ukrainy (2009) Pro alternatyvni vydy palyva [Law of Ukraine "On Alternative Fuels"]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text>
9. Heletukha H., Zheliezna T., Drahnev S. (2022) Mozhyvosti skorochennia i zamishchennia spozhyvannia pryrodnoho hazu v tsentralizovanomu teplopostachanni Ukrainy [Possibilities of reducing and replacing natural gas consumption in the centralized heat supply of Ukraine]. *Teplofizyka ta teploenerhetyka*, vol. 44, no. 2, pp. 64–68.
10. Heletukha H., Zheliezna T. (2021) Prospects for Bioenergy Development in Ukraine: Roadmap until 2050. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, vol. 22 (5), pp. 73–81.
11. Dombrovskiy O. (2022) Dva kliuchi do enerhonzalezhnosti Ukrainy [Two keys to Ukraine's energy independence]. Available at: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/05/30/687599/>