Обґрунтування системи показників оцінювання енергетичної безпеки держави

Юрій Клят
Кандидат технічних наук, доцент
Начальник Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, м. Київ, Україна
e-mail: kliatyuriiol@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8267-3748

Олексій Соломицький
Доктор військових наук, головний науковий співробітник
Начальник відділу - заступник начальника управління
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, Київ, Україна
e-mail: solosa1@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8061-8895

Ольга Таран
Старший науковий співробітник
Військовий інститут танкових військ
Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"
Харків, Україна
e-mail: olgataran@ukr.net
ORCID: 0000-0002-9143-5821

Анотація (Abstract). Актуальність статті обумовлена необхідністю розроблення системи показників оцінювання енергетичної безпеки держави, що є важливим в умовах, коли агресор спрямовано намагається знищити енергетичні системи України.

Стаття спрямована на викладення ієрархії показників, які всебічно характеризують основні фактори, що впливають на енергетичну безпеку. Розроблення системи показників ґрунтується на системному аналізі зазначених факторів.

У статті наведена запропонована ієрархія показників оцінювання енергетичної безпеки, які поділені на дві групи – воєнні та невоєнні, та дають змогу оцінити як стан основних елементів енергетичної системи (система ядерної енергетики, електоенергетична система та система забезпечення паливом), енергозабезпеченість Збройних Сил України, так і загальні показники – енергонезалежність, диверсифікація шляхів та обсягів постачання енергетичних ресурсів, стан критичної інфраструктури та енергоефективність національної економіки.

Також запропонований можливий узагальнений підхід до розрахунку цих показників на основі сукупностей часткових показників нижчого рівня.

У цілому запропонована система показників дозволяє: послідовно оцінити внесок енергетичного фактору до значення загальної воєнної безпеки держави; отримати єдині інтегральні показники рівня енергетичної безпеки (забезпеченості), що дозволить однозначну оцінку щодо стану справ у цій сфері; визначити динаміку зміни значущих показників при зміні факторів, від яких вони залежать, та, відповідно, оцінити ефективність впроваджених заходів, спрямованих на зміцнення стану енергетичної та воєнної безпеки держави; виявити джерела можливих небезпек, які можуть призвести до загострення стану воєнної (енергетичної) безпеки держави, завдяки визначенню критичних значень показників, та визначити їх важливість (пріоритети).

Напрямами подальших досліджень може бути розроблення порядку визначення інтегральних показників енергозабезпеченності ЗС, енергетичної безпеки а також їх впливу на

економічну, воєнну та національну безпеку держави.

Ключові слова (Keywords): воєнна безпека, енергетична безпека, енергетичний сектор, енергоносії, електроенергія, енергозабезпеченність, енергонезалежність.

Вступ (Introduction)

В умовах агресії російської федерації питання національної та, зокрема, воєнної безпеки набуло особливого значення. В цьому контексті слід зауважити, що воєнна безпека держави значною мірою залежить від воєнно-економічної складової, яка передбачає такий стан оборонного сектора економіки, який гарантує достатній рівень воєнного споживання в період збройного протиборства.

Цілком зрозуміло, що воєнно-економічна безпека прямо залежить від економічних можливостей держави щодо утримання системи забезпечення воєнної безпеки, тобто від економічної безпеки.

Економічна безпека є головним показником благополуччя економіки й обумовлюється внеском усіх її складових: соціальної, екологічної, воєнної, правової, енергетичної, інформаційної й інших сфер життя країни.

На цей час розвиток економіки досяг рівня, за якого енергетична сфера за своїм впливом на інші складові економіки відіграє ключову роль. Тому визначення внеску енергетичного фактору в економічну безпеку є визначальним для аналізу економічної безпеки та визначення стану воєнної безпеки.

При цьому, необхідною умовою існування і розвитку держави є створення умов для нейтралізації або виключення загроз як самій енергосистемі, так і економіці країни, тобто забезпечити енергетичну безпеку (далі, енергобезпеку) країни.

Енергетична безпека є однією з найважливіших складових національної безпеки, необхідною умовою забезпечення сталого розвитку держави. Енергетична безпека передбачає забезпечення захищеності національних інтересів у сфері доступу до надійних, стійких, доступних і сучасних джерел енергії для всіх споживачів технічно надійним, безпечним, економічно ефективним та екологічно прийнятним способом в нормальних умовах і кризових ситуаціях (On approval of the Energy Security Strategy, 2021).

З початком агресії росії у 2014 році, виникла низка проблем пов'язаних з постачанням енергоносіїв, втратою енергогенеруючих підприємств тощо, що значно погіршило складну ситуацію, яка склалася в енергетичному секторі України, який майже не розвивався протягом років незалежності.

У такий ситуації актуальним науковим завданням є оцінювання стану енергетичної безпеки держави, визначення її впливу на воєнну та національну безпеку, що у подальшому дозволить обґрунтовувати шляхи подолання проблем, що виникають.

Методологічна основа (Methodological Framework)

Запропонована система показників розроблялася на основі проведеного аналізу факторів, які впливають на енергетичну безпеку держави.

Останнім часом в Україні приділяється значна увага проблемам воєнної безпеки, наприклад (Богданович, 2019) та (Богданович, 2020), (Бочарніков, 2019), (Гогонянц, 2019), а також її важливій складовій – енергобезпеці держави (Суходоля, 2020), (Ільєнко, 2019), (Матвийчук, 2018), (Топалов, 2022), (Павленко, 2022). Однак, здебільшого під час досліджень розглядається лише один з аспектів енергобезпеки – політичний або технологічний. Часто під енергобезпекою мають на увазі лише стан забезпеченості країни енергоресурсами (нафтою, газом, вугіллям). Питання розроблення методичного апарату обґрунтування заходів щодо забезпечення воєнної безпеки шляхом підвищення енергобезпеки держави досліджені недостатньо.

Значним недоліком у цьому плані є відсутність системного підходу під час досліджень зв'язку між енергобезпекою країни та її воєнною безпекою, який би дозволив врахувати весь

спектр загроз енергобезпеці, оцінити їх вплив та обґрунтувати перелік заходів спрямованих на підвищення рівня енергетичної безпеки й, відповідно, забезпечення потрібного рівня воєнної безпеки.

При цьому, ускладнення створює протиріччя між економічними можливостями держави щодо підвищення власної енергетичної безпеки (з метою досягнення певного рівня економічної та воєнної безпеки) з одного боку і необхідністю підтримувати систему забезпечення воєнної безпеки в постійній готовності до протидії загрозам з іншого. Особливого значення це набуває в період, коли складові енергетичного сектору можуть бути фізично знищені в дуже стислий термін.

Результати і обговорення (Results and Discussions)

Оцінювання ефективності стану енергобезпеки держави та заходів щодо її підвищення має важливе значення для визначення раціональних шляхів забезпечення (підвищення) воєнної безпеки. Особливої важливості це набуває у випадку, коли досягнення потрібного рівня воєнної безпеки неможливо здійснити лише завдяки нарощування воєнної могутності.

Воєнна безпека, як структурний елемент національної безпеки, характеризує здатність країни і її збройних сил протидіяти або перешкоджати заподіянню збитків її національній безпеці засобами збройного насилля. У цьому полягає її основна специфіка.

Для оцінювання внеску енергобезпеки у воєнну безпеку пропонується підхід, який передбачає послідовне її оцінювання. Для реалізації такого підходу пропонується відповідна система показників, загальний вигляд якої показаний на рис. 1. Запропонована система містить лише показники, які враховують вплив енергетичної складової воєнної безпеки.

Показники **воєнної** сфери характеризують стан енергозабезпеченості Збройних Сил (ЗС) України.

Пропонується використовувати такі показники:

забезпеченість паливом (дизельним, бензином та авіаційним керосином);

стан забезпеченості електроенергією (стан мобільних засобів та стаціонарної системи, забезпеченості потреб Збройних Сил у електроенергії).

Загальний підхід передбачає розрахунок цих показників як (Semenenko, 2021):

$$E_r = f(m_r) = 1 - e^{-m_r}; \quad (1)$$

$$m_r = \frac{S_{rn}}{S_{rp}},$$

де m_r – показник, що характеризує забезпеченість r-м видом ресурсів;

S_{rn} – наявні запаси r-го виду ресурсів;

S_{rp} – потреба у r-му виді ресурсів;

E_r – стан забезпеченості r-м видом ресурсів.

У **невоєнній** сфері для визначення стану енергетичної безпеки використовується низка показників, які характеризують стан електроенергетичних систем, системи забезпечення паливом та системи ядерної енергетики. Крім цього, пропонуються показники, за якими можна оцінити енергонезалежність держави, ступінь диверсифікації постачання енергоносіїв, а також енергоефективність національної економіки, що як засвідчив досвід набуло важливості з початком протистояння з росією та порушення традиційних шляхів постачання енергії та енергоносіїв.

Згортка часткових показників для всіх показників невоєнної сфери здійснюється аналогічно до формули (1).

Показник стану електроенергетичних систем (за винятком підприємств ядерної енергетики) розраховується за допомогою низки відомих часткових показників, які розраховуються або визначаються на основі статистичних даних:

частка ТЕС, спроможних працювати на двох і більше взаємозамінних видах палива;

зношеність основних виробничих фондів підприємств ПЕК;

частка коштів загального доходу підприємств ПЕК, що виділяються на їх модернізацію та технологічне оновлення основних фондів;

рівень завантаженості основних виробничих потужностей підприємств ПЕК ;

резервування – співвідношення сумарної встановленої потужності електростанцій із максимальним фактичним завантаженням в енергосистемі;

коефіцієнт корисної дії енергогенеруючих потужностей.

Стан системи забезпечення паливом розраховується за допомогою таких часткових показників:

забезпеченість резервними обсягами та ємностями для зберігання запасів паливно-енергетичних ресурсів (нафта, нафтопродукти, у т.ч. мазут, газ, вугілля тощо);

співвідношення використання підземних сховищ газу для задоволення внутрішніх та експортних потреб;

рівень завантаженості енерготранспортних потужностей (нафто-, газо- та електротранспортних систем);

непродуктивні втрати основних видів енергоресурсів (природний газ, нафта, вугілля, тепло- та електроенергія) під час їх транспортування, перетворення, розподілення та передавання (відсоток від обсягу їх кінцевого споживання).

Стан системи ядерної енергетики розраховується за допомогою таких часткових показників:

частка енергії, виробленої на атомних електростанціях у загальному обсязі споживання;

зношеність основних виробничих фондів підприємств ядерної енергетики;

частка коштів загального доходу підприємств ядерної енергетики, що виділяються на їх модернізацію та технологічне оновлення основних фондів;

рівень завантаженості основних виробничих потужностей підприємств ядерної енергетики;

резервування – співвідношення сумарної встановленої потужності підприємств ядерної енергетики із максимальним фактичним завантаженням в енергосистемі;

коефіцієнт корисної дії енергогенеруючих потужностей підприємств ядерної енергетики.

Для оцінювання енергонезалежності був обраний монокритеріальний підхід, який базується на використанні одного показника – частки власних енергоресурсів у загальному обсязі споживання. Такий підхід є виправданим у межах даного дослідження з точки зору необхідності визначення інтегрального показника, що неможливо в разі використання підходів, викладених у (Соболевский , 2003). Стан критичної інфраструктури. Під критичними інфраструктурами енергосистеми держави маються на увазі системи та ресурси настільки життєво важливі для функціонування енергосистеми, що їх недієздатність або знищення значним чином (критично) впливає на національну (воєнну) безпеку.

У межах дослідження розглядалися тільки ті впливи на критичну інфраструктуру, які пов’язані з воєнними загрозами (виведення з ладу, знищення, захоплення). Не бралися до уваги загрози природного та техногенного характеру. На практиці достатнім є розгляд лише обмеженої кількості видів нападу та типів об’єктів, на які вони можуть бути здійснені.

При цьому, оскільки визначення величини загрози передбачає залежність від параметрів, слід брати до уваги, що загроза може бути представлена у вигляді розподілу ймовірності, а не одиничним значенням.

Показник загрози критичним інфраструктурам розраховується за допомогою низки часткових показників:

загроза – ймовірність того, що певна ціль може бути атакована у певний спосіб упродовж певного періоду часу;

уразливість – ймовірність того, що атака певного виду виявиться успішною, якщо її буде здійснено

наслідки – величина і тип шкоди, нанесеної успішною атакою.

Величина наслідків визначається очікуваною величиною шкоди упродовж конкретного проміжку часу при заданому виді нападу, що призвів до нанесення шкоди певній цілі. Змінюється від “0” – відсутність наслідків, до “1” – повне руйнування (захоплення) об’єкта або системи.

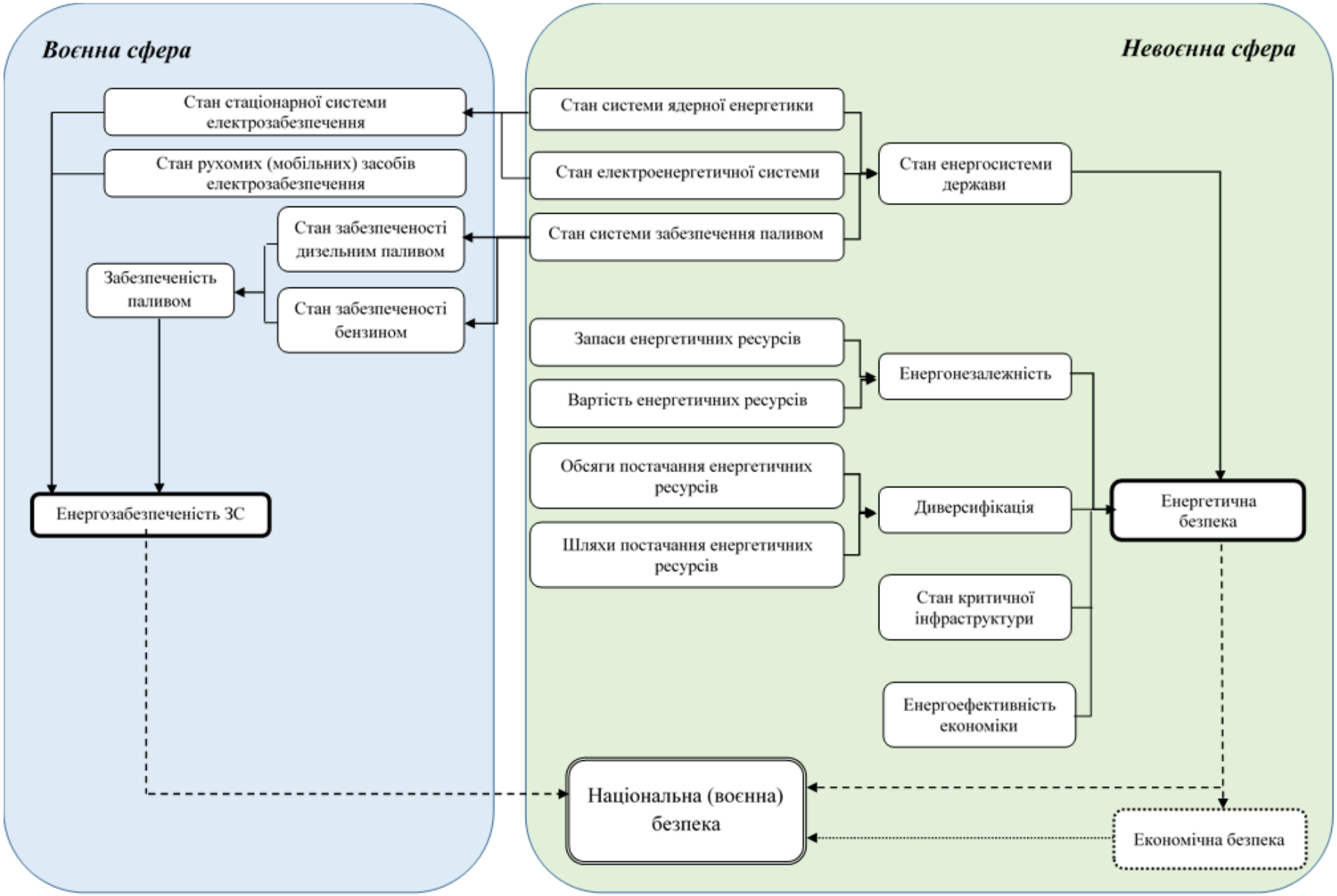


Рисунок 1. Система показників оцінювання енергетичної безпеки держави

Під поняттям енергоефективності національної економіки мають на увазі якісний стан економіки, що забезпечує раціональність та ефективність використання ПЕР відповідно до існуючого рівня економічного та культурного розвитку суспільства, розвитку техніки та технології, панівного типу світогляду суспільства та пріоритетів розвитку країни. При цьому, енергоефективність ВВП є величиною зворотною енергоємності ВВП і чим менше енергоємність, тим більша енергоефективність економіки країни (Суходоля, 2003).

При цьому необхідно зазначити, що енергоємність ВВП хоч і відображає відносну ефективність використання енергоресурсів країною, проте не вважається абсолютно точним критерієм. Показник енергоємності ВВП відображає лише тенденції розвитку національної економіки з точки зору енерговикористання, і за його динамікою відстежується обраний тип (енергозбережний, екстенсивний) та тенденції економічного розвитку держави

Пропонується розраховувати значення енергоефективності економіки за допомогою низки часткових показників, які всебічно характеризують стан економіки, використання нею енергетичних ресурсів та вплив на навколишнє середовище.

Для розрахунку показників використовуються значення таких первинних показників, як обсяг повних витрат енергії на виробництво (V), обсяг виробленої продукції (Pr) та об'єм викидів у навколишнє середовище (Br). При цьому, слід відмітити, що під час розрахунків використовуються не валові (екстенсивні) значення цих показників, а часткові показники ефективності, які визначаються через їх відношення:

енергетична ефективність (у загальному розумінні це коефіцієнт корисної дії)

$$m_{en} = \frac{Pr}{V};$$

технологічна ефективність (відбиває внутрішні характеристики виробничих процесів, є зворотною величиною частки некорисних викидів до навколишнього середовища)

$$m_{teh} = \frac{V}{Br};$$

екологічна ефективність (характеризує екологічну чистоту одиниці кінцевої продукції)

$$m_{eco} = \frac{Pr}{Br};$$

енергетична марнотратність (великі значення цього показника за смислом відображають екологічно ефективні системи, які відрізняються значним енергоспоживанням)

$$m_{rast} = \frac{VPr}{Br};$$

екологічна марнотратність (великі значення цього показника відображають енергоефективні системи, які значно впливають на навколишнє середовище)

$$m_{prir} = \frac{BrPr}{V};$$

інноваційність (великі значення цього показника свідчать про перевагу виробництва продукції над споживанням енергії)

$$m_{inn} = \frac{Pr}{VBr};$$

Висновки (Conclusion)

Таким чином, запропонована система показників дозволяє:

послідовно оцінити внесок енергетичного фактору до значення загальної воєнної безпеки держави;

отримати єдині інтегральні показники рівня енергетичної безпеки (забезпеченості), що дозволить однозначну оцінку щодо стану справ у цій сфері;

визначити динаміку зміни значущих показників при зміні факторів, від яких вони залежать, та, відповідно, оцінити ефективність впроваджених заходів, спрямованих на зміцнення стану енергетичної та воєнної безпеки держави;

виявити джерела можливих небезпек, які можуть призвести до загострення стану воєнної (енергетичної) безпеки держави, завдяки визначенню критичних значень показників, та

визначити їх важливість (пріоритети).

Запропоновані показники енергозабезпеченості Збройних Сил України, енергонезалежності та енергоефективності економіки держави, а також диверсифікації поставок паливно-енергетичних ресурсів дозволяють більш повно врахувати фактори, які визначальним чином впливають на стан воєнної (енергетичної) безпеки країни.

Напрямком подальших досліджень може бути розроблення порядку визначення інтегральних показників енергозабезпеченності ЗС, енергетичної безпеки а також їх впливу на економічну, воєнну та національну безпеку держави.

Рекомендації (Recommendations)

Матеріали статті можуть бути використані під час розроблення методичного підходу до оцінювання стану енергетичної безпеки державі, моделювання та прогнозування процесів, що відбуваються в енергетичному секторі. Стаття також може бути корисна для фахівців інформаційно-аналітичних служб, науковців і аналітиків, які причетні до вироблення і обґрунтування державних рішень у енергетичній сфері.

Посилання (References)

1. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021, 4 August). *On approval of the Energy Security Strategy* (907-p./2021).
2. Bohdanovych, V. Yu., (2020). *New approaches development to the integrated employment of military and non-military assets of the security and defence sector to ensure the military security of Ukraine. Methodological apparatus development for predicting the military-political situation.* The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
3. Bohdanovych, V. Yu., Romanchenko, I. S., Svyda, I. Yu., & Syrotenko, A. M. (2019). *Methodology for the integrated employment of military and non-military assets of the security and defence sector to counter modern threats to the military security of Ukraine*. NALF.
4. Bocharnikov, V. P, Svieshnikov, S. V. (2019). *Security environment 2030*. Master Books.
5. Hohoniants, S. Yu., Hrytsai, P. M., & Shapran, O. O. (2019). General provisions of the methodology for assessing the level of military threat based on taxonomic methods. *Modern Information Technologies in the Field of Security and Defence,1* (34), 29–36.
6. Sukhodolia, O. M., Kharazishvili, Yu. M., Bobro, D. H., Smenkovskyi, A. Yu., Riabtsev, H. L., & Zavhorodnia, S. P. (2020). *Energy Security of Ukraine: System Analysis and Strategic Planning Methodology: Analytical Supplement*. NSRI.
7. Ilienko, A. S. (2019). Energy Security of Ukraine: Essence, Threats and Regulatory Mechanisms. *Scientific Notes of TNU*. Vol. *30* (69), No. *4*, 61–66.
8. *Current challenges and threats to energy security of Ukraine. Analytical note*. (2023). NSRI.
9. Matviichuk, N. (2018). Threats to the Energy Security of Ukraine. *Economic Journal of Lesya Ukrainka Eastern European National University*, *1* (13), 11–25.
10. Topalov, M. If Russia goes for escalation: how Ukraine is facing a complete energy blockade. *Ekonomichna Pravda*.
11. Pavlenko, O., & Serebrennikov, B. Electric accession to the EU: what will save the Ukrainian energy system during the war with Russia. *Evropeiska pravda*.
12. Semenenko, O., Solomitskyi, A., Onofriichuk, P., Chernyshova, I., Skurinevska, L., & Pekuliak, R. (2021). Methodical Approach to Assessing Level of the State Energy Security and Its Influence on the National Security and Economy of the Country. *Scientific horizons*, Vol. *24*, No. *4*, 90–96.
13. Sobolevskyi, O. V. (2003). Main directions of energy security system formation of Ukraine in the innovative development conditions. *Problems of Science, 10*, 40–52.
14. Sukhodolia, O. M. (2003). Energy intensity of the gross domestic product: trends and factors of influence. *Collection of scientific papers of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine, 2*, 18–25.