

УДК 338.124.4:519.86

JEL C 81, E 44, O 21

DOI 10.18524/2413-9998.2024.3(58).327140

В. А. Касьянова,

канд. фіз.- мат. наук, доцент,

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Змієнка, 2, м. Одеса, Україна, 65082

E-mail: v.kasianova@onu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6302-366X

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Статтю присвячено дослідженню характеру впливу ризиків національної економіки в умовах масштабної війни, що потребує оцінювання не лише розміру впливу загроз воєнного періоду але і їх темпу та визначення відносної вагомості ризиків для вирахування зміни інтегральних показників. Запропоновано математичний підхід який дозволяє одночасно враховувати не лише детерміновані параметри ризиків, а і стохастичні та нечіткі фактори. Розроблена математична модель використовує елементи векторного та тензорного аналізу. Використання для визначення ризиків економічної функції - обсягу економічних втрат внаслідок дії воєнних загроз та витрат, необхідних для компенсації наслідків ризиків чи вартості заходів, спрямованих на нейтралізацію наслідків ризиків, дозволило зменшити обсяг та час розрахунків. Зазначено, що розроблений підхід буде мати практичне значення не лише для визначення впливів на макроекономічні показники ризиків, насамперед, ризиків війни, але і для роботи фінансових, страхових та інших установ і організацій, що, в свою чергу, зменшуватиме загрози для фінансової стабільності економіки країни.

Keywords: воєнний стан, ризики, оцінка, національна економіка, математичне моделювання.

Вступ. Поява нових викликів і загроз в період воєнного стану, їх значний та всеосяжний вплив на інші види ризиків потребує зміни методів оцінки ризиків для забезпечення належного державного управління в напрямку оперативної нейтралізації посталих викликів чи зменшення негативного впливу загроз. Пролонгований вплив загроз воєнного часу на національну економіку, який буде продовжуватися і в післявоєнний період, вимагає прийняття управлінських рішень не лише оперативного, а і стратегічного характеру. Вказане збільшує значення релевантності прогнозів і оцінок, потребує розробки нових математичних моделей визначення впливів ризиків і прогнозування, внаслідок цього впливу, змі-

ни макроекономічних показників. Загрози війни не лише посилюють нестабільність національної економіки але і обумовлюють зростання невизначеності макроекономічних показників. Зазначене потребує комплексних методів оцінки параметрів ризиків, які мають не лише детермінований, а і стохастичний та невизначений характер. Оскільки воєнні ризики змінюються в режимі реального часу то потребує оцінки не тільки вагомості їх впливу на макроекономічні показники, які за мирного часу змінювалися значно повільніше, але і темпи їх зміни, за якої велична ризику може змінюватися від незначних до неприйнятних значень за дуже короткий проміжок часу. Потребує врахування і значний вплив загроз воєнного періоду на інші види ризиків. Тому є актуальним розроблення нових математичних підходів до моделювання і оцінювання ризиків національної економіки в умовах воєнного стану.

Огляд літератури. Багато науковців присвятили свої дослідження оцінці ризиків для національної економіки. В той же час треба зазначити, що за оцінки загроз частина науковців дотримується апріорних тез, що ризики війни – це один з доданих видів ризиків і методика оцінювання інтегрального ризику, складовою якого є ризики війни, не має відрізнятися від усталених підходів попередніх періодів мирного стану [1, 2].

Так, за визначення впливу війни на результати суб'єктів економічної діяльності і економіку країни в цілому, в статті Макалюк та ін. [2] ризики військових дій навіть не виокремлено в наведеній авторами [2] класифікації ризиків. Макалюк та ін. [2] лише зазначено, що «спектр ризиків мирного часу» доповнився новими загрозами внаслідок військової агресії [2].

За дослідження макроекономічного стану України в умовах війни в статті Солосіч та Сінайко [3] серед загроз економіці України названо: руйнацію потенціалу країни; залежність від зовнішнього фінансування; посилення імпортозалежності; відтік валютних ресурсів; залежність від зовнішніх алокацій та грантів. Це далеко не всі загрози війни для макроекономіки і їх ідентифікації замало для оцінки ризиків – потрібно співставити вагомості їх впливу на інтегральний ризик. Вказане притаманне навіть ґрунтовній праці Zolotova *та ін.* [4].

За проведення ранжування ризиків національній економіці в умовах військового стану за рівнем небезпеки Маслій та Галушка [5] не долучено військові ризики до класифікації ризиків [5, с. 72]. Для оцінки ризиків Маслій та Галушка [5] запропоновано метод аналітичної ієрархії, розроблений Л. Сааті. В той же час, для власних розрахунків авторами

було використано не названий ними перспективним метод Сааті, а методи кореляційно-регресійного та трендового аналізу [5, стор. 71]. Проблему використання цих методів одночасно для факторів, які мають стохастичний, нечіткий і детермінований характер не деталізовано. Зазначену проблему оминають і інші дослідники. Так, за огляду кількісних методів оцінки ризиків: аналізу доцільності витрат, чутливості, експертних оцінок, побудови дерева рішень, сценаріїв, теорії ігор, фінансової стійкості в статті Грицай та ін. [6] не згадано про потребу використання різних математичних апаратів для врахування параметрів цих ризиків. Точність цих методів, зокрема згаданого методу аналогій в статті [6] не обговорюється.

Проблему використання різних математичних підходів у оцінці ризиків детально досліджено в статті Bazaluk *та ін.* [7]. Авторами [7] також зазначено «поглинаючий» характер війкових ризиків, тобто той факт, що їх вплив на економічні показники є більшим в період інтенсивних бойових дій значного масштабу, ніж вплив всіх інших видів ризиків.

В той же час, характерними особливостями воєнних ризиків є не тільки їх вагомість, яка за абсолютною величиною переважає вагомість інших складових інтегрального ризику, але і їх темп, за якого величина ризику може змінюватися від незначних до неприйнятних значень за дуже короткий проміжок часу та значний вплив на інші види ризиків, що вимагає додаткові уваги до оцінки рівня їх мультиколінеарності. Огляд літературних джерел вказує, що проблема оцінювання ризиків національній економіці в умовах воєнного стану потребує додаткових досліджень.

Мета та завдання. Мета статті — формування комплексного математичного підходу для оцінювання рівня інтегрального ризику економіки країни в воєнний період за використання факторів, які мають стохастичний, нечіткий і детермінований характер.

Завдання статті — підтвердження взаємозв'язку рівня економічної безпеки і макроекономічних показників на прикладі валового внутрішнього продукту України; розроблення математичного підходу оцінювання темпу зміни ризиків та рівня їх впливу.

Методи дослідження. В дослідженні було використано загальнонаукові і спеціальні методи. Так, загальнонауковий діалектичний метод було застосовано при визначенні мети та завдань статі. Метод аналізу і синтезу — при визначенні прямого і опосередкованого впливу масштабних бойових дій на економіку країни. Метод кореляційного аналізу -

для визначення кореляції інтегрального показника рівня економічної безпеки і ВВП України. Метод математичної формалізації - для розробки комплексного математичного підходу оцінки ризиків. Метод порівняння - для визначення відносної вагомості ризиків.

Результати та обговорення. За масштабної війни мілітарні ризики на макроекономіку країни мають як прямий, так і опосередкований вплив. Прямий вплив війни – це, насамперед, руйнація виробничого потенціалу країни, втрата працездатного населення, значний рівень міграції, втрати валового внутрішнього продукту (ВВП) через релокацію підприємств до більш безпечних регіонів тощо.

Опосередкований вплив війни утворює у 2025-ому році за прогнозом НБУ [8]: загрозу дефіциту державного бюджету у 18,2%, що потребуватиме фінансування державного бюджету за борговими операціями у розмірі 1539,4 млрд грн; зростання державного і гарантованого державного боргу по відношенню до ВВП у 110%; зростання податкового навантаження; збільшення кредитних ризиків; зростання загрози стагфляції тощо.

Значимими також стають мультиплікативні ризики глобальній стабільності і національній безпеці. Прикладом цьому є транскордонний вплив забруднення всіх видів глобального середовища – водного, повітряного простору внаслідок неконвенційних методів ведення агресором масштабної війни. Це порушує, зокрема, взяті на себе Україною міжнародні правові зобов'язання. Вказане, в свою чергу, посилює тиск інших держав на Україну, зменшує рівень допомоги за певними напрямками, що має наслідком збільшення рівня руйнувань, ракетно-бомбових ударів по українській території, і, як наслідок, зростання рівня транскордонних забруднень.

Проведене в процесі дослідження показників рівня економічної безпеки, який має зворотній зв'язок з інтегральним ризиком, і ВВП України за роками свідчить про співпадіння в часі реакцій вказаних показників на інтегральні загрози (рис. 1). Треба зважити, що відсутність даних державної статистики [9] за період воєнного стану не дала змоги розрахувати значення показника рівня економічної безпеки у 2022-2024 роках, і це призвело до певної деформації графіка представленого на рис. 1.

Проведений кореляційний аналіз рівня економічної безпеки і ВВП України підтвердив значимий рівень кореляції вказаних показників. Величина коефіцієнта кореляції інтегрального показника рівня економічної безпеки і ВВП України рік до року складає 0,79266, що засвідчує наявність кореляційного зв'язку між зміною макроекономічних показників в часі та ризиком.

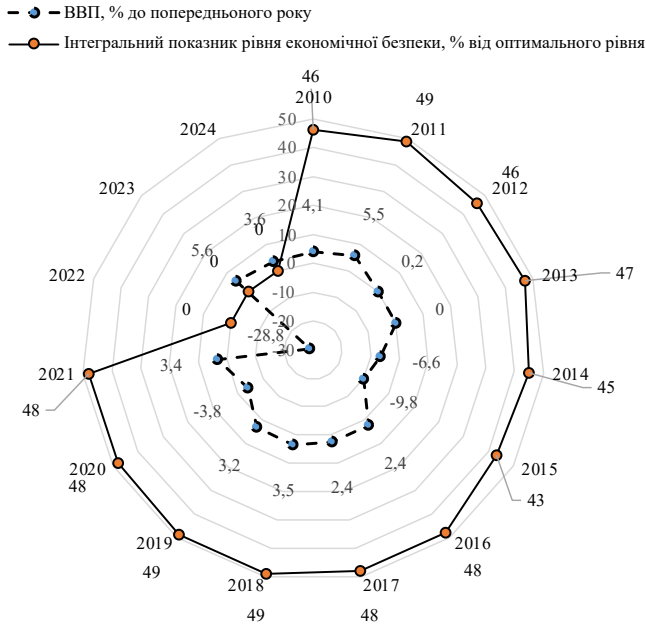


Рис. 1. Порівняння показників рівня економічної безпеки та ВВП України за роками

Джерело: за даними [8; 9; 10; 11]

Це підтверджує значення моніторингу та оцінки ризиків для національної економіки в умовах воєнного стану. Зазначене має значення не лише на загальнонаціональному рівні але і за реалізації завдань, які стоять перед страховими компаніями [12], банківськими установами України [13] тощо. В той же час належне оцінювання ризиків війни вказаними установами сприяє зменшенню рівня загрози фінансовій стабільності країни [14].

Оскільки ризики війни змінюються в реальному часі, це вимагає оперативної оцінки впливу військових загроз на макроекономічні показники країни для прийняття управлінських рішень, яка б дозволила нейтралізувати чи зменшити негативний вплив ризиків. Це потребує відповідного математичного апарату.

Для побудови математичної моделі потрібно формалізувати економічну функцію яку визначають інтегральні ризики та їх складова - мілітарний ризик [15]. Такою функцією було обрано обсяг економічних

втрат внаслідок дії воєнних загроз та витрат, необхідних для компенсації наслідків ризиків чи вартості заходів, спрямованих на нейтралізацію наслідків ризиків. Зазначений обсяг втрат та витрат для унітарного ризику буде залежати від величини та виду ризику. Математична формалізація цього виглядає наступним чином:

$$\mathbf{S} = \mathbf{y}(\vec{x}) \cdot \begin{vmatrix} \omega_{11} & \cdots & \omega_{m1} \\ \omega_{1j} & \cdots & \omega_{mj} \\ \omega_{1n} & \cdots & \omega_{mn} \end{vmatrix} \quad (1)$$

де $\mathbf{S}$ – обсяг втрат та витрат, необхідних для компенсації наслідків ризиків чи вартості заходів, спрямованих на нейтралізацію наслідків ризиків; $\mathbf{y}(\vec{x})$ – обсяг витрат та втрат внаслідок дії унітарного ризику, ω_{ij} – мультиколінеарний вплив взаємозалежності ризиків на розмір втрат та витрат, який представлений елементом матриці розміром $m \times n$.

Для набору ризиків, представленим матрицею розміром $k \times z$, вочевидь, треба формалізованим чином надати матрицю витрат того ж розміру:

$$\tilde{\mathbf{S}} = \begin{vmatrix} S_{11} & \cdots & S_{k1} \\ S_{1j} & \cdots & S_{kj} \\ S_{1z} & \cdots & S_{mz} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} y_{11}(x_{11}) & \cdots & y_{k1}(x_{k1}) \\ y_{1j}(x_{1j}) & \cdots & y_{kj}(x_{kj}) \\ y_{1z}(x_{1z}) & \cdots & y_{kz}(x_{kz}) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \omega_{11} & \cdots & \omega_{m1} \\ \omega_{1j} & \cdots & \omega_{mj} \\ \omega_{1n} & \cdots & \omega_{mn} \end{vmatrix} \quad (2)$$

де $\tilde{\mathbf{S}}$ – інтегральне значення витрат. Виконується умова

$$k \in m; \quad z \in n, \quad (m \times n) \exists (k \times z) \quad (3)$$

Темп зміни витрат за впливу інтегрального ризику буде визначатися першою похідною в часі, а саме:

$$\frac{\partial \tilde{\mathbf{S}}}{\partial t} = \gamma \left(\frac{\partial S_{11}}{\partial x}, \frac{\partial S_{12}}{\partial x}, \dots, \frac{\partial S_{1mz}}{\partial x} \right) \quad (4)$$

Для обрахування ваги впливу унітарного ризику на інтегральний ризик пропонується математична модель яка частково використовує математичної апарат, наведений у статті [7]. Певною проблемою у оцінці ризиків, насамперед ризиків війни є те, що їх фактори мають стохастичний, нечіткий і детермінований характер. Тому, як показано у дослідженні [7]

для оцінки ризиків національній економіці в період воєнного стану доцільно використання цільової функції «ентропія». Для цього детерміновані фактори, вочевидь, можна представляти у вигляді матриці, яку в розрахунках доцільно інтерпретувати як проекцію тензора. Представлення стохастичних факторів в тензорному виді детально описано в статті Ehrigott *et al* [16] де запропоновано представляти ентропію за нечітких змінних математичним сподіванням [16]. В той же час, як зазначено в статті [15] найвагомішими складовими інтегрального ризику є військові ризики. Оскільки ці ризики і призводять до збільшення рівня невизначеності інтегрального ризиків то в статті [7] запропонований підхід розглядати це, як збільшення ентропії за Шенноном:

$$E[\vec{x}] = (E[x_1] \dots E[x_n])^T, \quad \vec{x} = (x_1 \dots x_n)^T \quad (5)$$

де T є символом транспозиції.

Далі нечітку множину представляємо як інтуїтивну (IFS). Для набору одновимірних векторів $\vec{x} = x_1, x_2, \dots, x_n$ з функцією приналежності $\vec{\mu} = \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ зміна нечіткого тензора визначається як $T_x = x\mu_x^T$, де $x_x \rightarrow [0, 1]$.

Тоді,

$$\vec{x} \sim (\vec{x}) = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i^{x_i} \cdot \sum_{i=1}^n \mu_i^{x_i} \quad (6)$$

Наступним етапом математичної моделі є визначення відносної вагомості впливу ризиків. Для цього треба виокремити повний набір ризиків, якій надалі називатимемо базовою групою і позначатимемо індексом «bg»

Вказаний набір можна формалізувати математичним чином як матрицю

$$W_{bg} = \nabla^{(m \times n)} \quad (7)$$

За зміни одного з ризиків формуватиметься нова матриця:

$$W_{new1} = \nabla^{(m_1 \times n_1)} \quad (8)$$

За зміни іншого з ризиків формуватиметься матриця

$$W_{new2} = \nabla^{(m_2 \times n_2)} \quad (9)$$

Оскільки матрицю можна трактувати як вектор, то, відповідно, $W_{bg}, W_{new1}, W_{new2}$ можна трактувати як вектори: $\vec{W}_{bg}, \vec{W}_{new1}, \vec{W}_{new2}$.

Ці вектори утворюють дотичні до поверхні відгуку в просторі ризиків та цільової функції — функції ентропії. Тоді вагомість впливу ризику можна визначити за співставлення величин кутів, які складають дотичні $\vec{W}_{new1}$, $\vec{W}_{new2}$ до осі функції ентропії у порівнянні з кутом вектору базової групи. За використання однієї шкали виміру різних складових інтегрального ризику стає можливим порівняння кута нахилу їх векторів в бінарних координатах ентропія-ризик. Це, зокрема, дозволяє використовувати запропонований вище підхід оцінки ризиків за обсягом втрат та витрат для нейтралізації їх наслідків. Вказане, в свою чергу, дозволяє значно скоротити обсяг та, відповідно, час розрахунків, що надає можливість оцінювання ризиків практично в реальному часі.

Висновки. Вказано, що воєнні ризики мають як прямий, так і опосередкований вплив на макроекономіку країни. Підтверджено, що зміни в часі макроекономічних параметрів співпадають зі змінами інтегральних загроз. Проведений кореляційний аналіз показників рівня економічної безпеки, який має зворотній зв'язок з інтегральним ризиком, і ВВП України за роками свідчить про значимий рівень кореляції вказаних показників.

Зазначено, що оскільки ризики війни змінюються в реальному часі, це потребує оперативної оцінки їх впливу на економіку країни для прийняття нагальних управлінських рішень. Тому, для оцінки ризиків розроблено комплексний математичний підхід. Зокрема, побудова математичної моделі вимагала формалізувати економічну функцію, яку визначають інтегральні ризики та їх складова - мілітарний ризик. Такою функцією було обрано обсяг економічних втрат внаслідок дії воєнних загроз та витрат, необхідних для компенсації наслідків ризиків чи вартості заходів, спрямованих на нейтралізацію наслідків ризиків.

Для визначення темпу зміни витрат за впливу інтегрального ризику було обрано їх похідні в часі. Оскільки проблемним питанням у оцінці ризиків, насамперед ризиків війни, є те, що їх фактори можуть мати одночасно стохастичний, нечіткий і детермінований характер, тому було обґрунтовано доцільність використання цільової функції «ентропія». Для визначення відносної вагомості ризиків запропоновано використання методу порівняння кутів дотичних до поверхні відгуку в просторі ризиків та цільової функції — функції ентропії.

Список використаної літератури

1. Патицька Х. О. Ризики розвитку економіки України в умовах війни: вплив на сільськогосподарський сектор. Бізнес Інформ. 2023. № 4. С. 98-104: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-4-98-104>
2. Макалюк І., Кривда О., Лайкова А. Якісний аналіз ризиків вітчизняних підприємств в умовах воєнного стану. Економіка та суспільство. 2024. № 62: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-73>
3. Солосіч О. С., Сінайко М. Д. Аналіз параметрів макроекономічної безпеки України в умовах воєнного стану. Economic Synergy. 2024. № 1. С. 154-166: <https://doi.org/10.53920/ES-2024-1-11>
4. Zolotova O. et al. Economy during martial law: problems and ways to overcome the crisis (Ukrainian experience). Financial & Credit Activity: Problems of Theory & Practice. 2023. Т. 3. № 5. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.3.50.2023.4076>
5. Маслій О., Ківшик О. П., Котелевець М. М. Загрози економічній безпеці держави в умовах глобальних перетворень. Економічний простір. 2023. № 183. С. 25-29. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/183-4>
6. Грицай О. І. Дефір І. В., Козак. О. Є. Огляд кількісних методів оцінки ризиків зовнішньоекономічної діяльності. Економіка та суспільство. 2024. №68. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-104>
7. Bazaluk O., Kotenko S., Nitsenko V. Entropy as an Objective Function of Optimization Multimodal Transportations. Entropy, 2021, № 23(8), С. 946. <https://doi.org/10.3390/e23080946>
8. Національний банк України (2024). Статистика фінансового сектору. <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial> (дата звернення: 12.12.2024)
9. Статистична інформація. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 12.12.2024).
10. Методичні рекомендації щодо розрахунку рівня економічної безпеки України : Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.10.2013 № 1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text> (дата звернення: 12.12.2024).
11. Офіційна відповідь на запит № 3021-06/70263-09 від 23.09.2024 щодо надання публічної інформації щодо рівня економічної безпеки України за період 2010-2024. Міністерство економіки України. URL:<https://surl.li/yoqnba>. (дата звернення: 12.12.2024).
12. Бровко С. Страхування в умовах воєнного стану: виклики та перспективи. Економіка та суспільство. 2024. № 67. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-24>
13. Дзюблюк О. Проблеми активізації банківського кредитування реального сектору економіки в умовах воєнного стану. Вісник економіки. 2023. № 3. С. 8-25. <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.03.008>
14. Зарічна Н. Формалізація тенденцій розвитку та фінансової стійкості банківської системи України в умовах воєнного стану. Сталий розвиток економіки. 2024. № 1 (48). С. 214-219. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-48-30>
15. Kotenko, S.V., Kasianova, V.A., Kolosok, V. M. Determination of influence of competitiveness factors on freight transportation by water transport. Economic

innovation. 2021. Vol. 23, issue 3(80). P. 175–183. [https://doi.org/10.31520/ei.2021.23.3\(80\).175-183](https://doi.org/10.31520/ei.2021.23.3(80).175-183)

16. Ehrgott M., Hasannasab M., Raith A. A multiobjective optimization approach to compute the efficient frontier in data envelopment analysis. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. 2019. Vol. 26. № 3-4. P. 187-198: <https://doi.org/10.1002/mcda.1684>

Стаття надійшла 15.12.2024 р.

V. A. Kasianova,

Cand. Sc. (Phys.-Math.), Associate Professor,

Odesa I. I. Mechnikov National University,

2, Zmiiienka St, 65082, Odesa, Ukraine.

e-mail: v.kasianova@onu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6302-366X

ASSESSMENT OF RISKS TO THE NATIONAL ECONOMY IN CONDITIONS OF MARTIAL LAW

The article is devoted to the study of the nature of the risks impact on the national economy in conditions of large-scale war, assessing not only the size of the threats impact of the war period but also their pace and determining the relative importance of risks for changing integral indicators. The research revealed a close correlation between the level of economic security and gross domestic product, which indicates the influence of risks on macroeconomic indicators. A mathematical approach is proposed that allows simultaneously taking into account not only deterministic risk parameters, but also stochastic and fuzzy factors. The use of an economic function to determine risks - the amount of economic losses due to the action of military threats and the costs necessary to compensate for the consequences of risks or the cost of measures aimed at neutralizing the consequences of risks – allowed to reduce the volume and time of calculations. Deterministic factors are represented as matrices and interpreted as projections of a tensor. Stochastic factors are represented by mathematical expectation. The most significant component of the integral risk is military risk, therefore the Shannen entropy function is used. The fuzzy set appears as an intuitive (IFS). Next, the relative weight of the risk impact is determined as a vector that is tangent to the response surface in the risk space. The values of the angles are compared with the angle of the base group vector. Such a comparison is possible because a single measurement scale in binary coordinates is used. It is noted that the developed approach will have practical significance not only for determining the impact of risks, primarily war risks, on macroeconomic indicators but also for the work of financial, insurance and other institutions and organizations, which, in turn, will reduce threats to the financial stability of the country's economy.

Keywords: martial law, risks, assessment, national economy, mathematical modeling.

References

1. Patytska, K. O. (2023). Risks of the Development of the Economy of Ukraine in the Wartime Conditions: The Impact on the Agricultural Sector. [Ryzyky rozvytku

- ekonomiky Ukrainy v umovakh viiny: vplyv na silskohospodarskyi sektor]. Business Inform, 4, 98-104. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-4-98-104> (in Ukrainian)
2. Makaliuk, I., Kryvda, O., & Laikova, A. (2024). Qualitative analysis of the risks of domestic enterprises under martial law. [Yakisnyi analiz ryzykiv vitchyznianskykh pidpriemstv v umovakh voiennoho stanu]. Economy and society, (62). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-73> (in Ukrainian)
 3. Solosich, O., & Sinaiko, M. (2024). Analysis of macroeconomic security parameters of Ukraine under the conditions of marital law. [Analiz parametriv makroekonomichnoi bezpeky Ukrainy v umovakh voiennoho stanu]. Economic Synergy, (1), 154–166. <https://doi.org/10.53920/ES-2024-1-11> (in Ukrainian)
 4. Zolotova, O., Ivanova, V., Symak, D., Kudinov, O., & Slavuta, O. (2023). Economy during martial law: problems and ways to overcome the crisis (Ukrainian experience). Financial & Credit Activity: Problems of Theory & Practice, 3(50). <https://doi.org/10.55643/fcaptp.3.50.2023.4076>
 5. Maslii, O., Kivshyk, O., & Kotelevets, M. (2023). Threats to the economic security of the state in the context of global transformations. [Zahrozy ekonomichnoi bezpetsi derzhavy v umovakh hlobalnykh peretvoren]. Economic space, (183), 25-29. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/183-4> (in Ukrainian)
 6. Grytsay, O., Defir, I., Kozak, O. (2024). Overview of quantitative methods of foreign economic activity risk assessment. [Ohliad kilkisnykh metodiv otsinky ryzykiv zovnishnoekonomichnoi diialnosti]. Economy and society, 68. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-104> (in Ukrainian)
 7. Bazaluk, O., Kotenko, S., Nitsenko, V. (2021). Entropy as an Objective Function of Optimization Multimodal Transportations. Entropy, 23(8), 946. <https://doi.org/10.3390/e23080946>
 8. National Bank of Ukraine (2025). Statistics of the financial sector. <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial> (date of access: 12.12.2024)
 9. Statistical information. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (date of access: 12.12.2024)
 10. Methodological recommendations for calculating the level of economic security of Ukraine: Order of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine dated 29.10.2013 No. 1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text> (date of access: 12.12.2024).
 11. Official response to request No. 3021-06/70263-09 dated 23.09.2024 regarding the provision of public information on the level of economic security of Ukraine for the period 2010-2024. Ministry of Economy of Ukraine. URL: <https://surl.li/yoqnba>. (date of access: 12.12.2024).
 12. Brovko, S. (2024). Insurance under the conditions of martial state: challenges and prospects, [Strakhuvannia v umovakh voiennoho stanu: vyklyky ta perspektyvy]. Economy and society, 67. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-24> (in Ukrainian)
 13. Dziubliuk, O. (2023). Problems of intensification of bank lending to the real sector of the economy in the conditions of martial law. [Problemy aktyvizatsii bankivskoho kredytuvannia realnoho sektoru ekonomiky v umovakh voiennoho stanu]. Bulletin of Economics, 3, 8-25. <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.03.008> (in Ukrainian)

14. Zarichna, N. (2024). Formalisation of the trend and financial stability of Ukraine's banking system under the conditions of martial law. [Formalizatsiia tendentsii rozvytku ta finansovoi stiiikosti bankivskoi systemy Ukrainy v umovakh voiennoho stanu]. Sustainable economic development, 1 (48, 214-219: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-48-30> (in Ukrainian)
15. Kotenko, S. V., Kasianova, V. A., Kolosok, V. M. (2021). Determination of influence of competitiveness factors on freight transportation by water transport. Economic innovation, 23. 3(80). 175–183. [https://doi.org/10.31520/ei.2021.23.3\(80\).175-183](https://doi.org/10.31520/ei.2021.23.3(80).175-183)
16. Ehrgott, M., Hasannasab, M., & Raith, A. (2019). A multiobjective optimization approach to compute the efficient frontier in data envelopment analysis. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 26(3-4), 187-198. <https://doi.org/10.1002/mcda.1684>