

БОГДАНЕЦЬ Тарас

Херсонський державний університет

<http://orcid.org/0009-0006-0546-2580>

МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В КОНТЕКСТІ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Метою даної роботи є проведення комплексного дослідження логістичної стратегії системи економічної безпеки агропромислових підприємств із застосуванням засобів економіко-математичного моделювання в сучасних умовах. Для вирішення поставленої наукової проблематики в даній роботі використовуються такі методи: структурний метод; порівняльний аналіз емпіричних даних; абстрактно-логічне узагальнення; економіко-математичне моделювання. На основі чого в даній роботі проведено дослідження моделі формування логістичної стратегії агропромислових підприємств. Запропонована в роботі економіко-математична модель формування логістичної стратегії агропромислових підприємств в контексті економічної безпеки, на відміну від існуючих моделей, здатна визначити план реалізації на основі інформаційного стану та критеріїв прийняття рішень, необхідних для вирішення конкретного проблематичного завдання. Основний зміст даної роботи дозволить застосувати вітчизняним агропромисловим підприємствам алгоритм формування логістичної стратегії системи економічної безпеки на основі принципу ресурсних обмежень.

Ключові слова: агропромислові підприємства, агропромисловий комплекс, система економічної безпеки, управління економічною безпекою, економіко-математична модель, стратегія економічної безпеки, механізм формування економічної безпеки.

BOHDANETS Taras

Kherson State University

FORMATION OF LOGISTIC STRATEGY OF ECONOMIC SECURITY SYSTEM OF TRANSPORT COMPANIES WITH USE OF ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING APPARATUS

The purpose of this scientific research is to conduct a comprehensive and in-depth study of the logistics strategy within the framework of the economic security system at agro-industrial enterprises, using modern tools of economic and mathematical modeling. In today's dynamic and often unpredictable economic environment, ensuring stability and resilience in the agricultural sector requires the development of robust strategic frameworks that can respond effectively to emerging challenges. Therefore, this work emphasizes the relevance and necessity of forming adaptive and analytically grounded logistics strategies to safeguard the economic interests of agro-industrial enterprises.

To address the scientific challenges outlined in this study, a combination of methodological approaches was employed. These include the structural method, which allows for the breakdown and analysis of the logistics strategy components; comparative analysis of empirical data to highlight best practices and identify gaps; abstract-logical generalization to synthesize theoretical insights; and, crucially, economic and mathematical modeling to provide a quantitative basis for decision-making. Together, these methods support a comprehensive evaluation and the formulation of practical recommendations.

The core contribution of this study lies in the development of a novel economic and mathematical model for forming the logistics strategy of agro-industrial enterprises, viewed through the lens of economic security. Unlike pre-existing models, the proposed approach allows for the construction of implementation plans that are not only tailored to the current informational state of the enterprise but are also aligned with specific decision-making criteria necessary for resolving targeted operational problems. The model incorporates principles of optimization under resource constraints, enabling enterprises to make informed and efficient choices in resource allocation.

Overall, the findings presented in this work are expected to provide actionable insights and a methodological framework that domestic agro-industrial enterprises can adopt. By applying the algorithm for forming a logistics strategy based on resource limitation principles, enterprises can strengthen their economic security and enhance their strategic planning capacity in a competitive and rapidly evolving market environment.

Keywords: agro-industrial enterprises, agro-industrial complex, economic security system, economic security management, economic and mathematical model, economic security strategy, mechanism for forming economic security.

Стаття надійшла до редакції / Received 14.04.2025

Прийнята до друку / Accepted 04.05.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Однією з основних проблем створення системи планування агропромислових підприємств в умовах сучасних викликів і загроз є формування економіко-математичної моделі для отримання системи планування виробничої інфраструктури, що відповідає встановленим стандартам. Агропромислові підприємства як складна техніко-економічна система характеризуються багатьма параметрами, значення яких можуть змінюватися згідно законів ймовірності, а ефективність системи залежить від багатьох випадкових подій. Тому при дослідженні системи економічної безпеки агропромислових підприємств необхідно

використовувати методи, що дозволяють використовувати статистичне моделювання. Очевидно, що необхідні достовірність і точність моделювання та статистична точність отриманих результатів. Принципи і правила моделювання добре відомі та їх суть можна коротко викласти в наступному.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Проблеми економічної безпеки агропромислових підприємств у контексті економіко-математичного моделювання обговорювали О. Вівчар, В. Захарчук, М. Єрменко, Є. Крикавський, М. Флейко, В. Франчук та У. Щурко. Проте сучасним механізмам застосування економіко-математичних моделей для формування логістичних стратегій системи економічної безпеки агропромислових підприємств не приділено належної уваги.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою даної статті є з'ясування основних особливостей економіко-математичного моделювання, а також формування логістичних стратегій економічної безпеки агропромислових підприємств на основі застосування економіко-математичних моделей.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Слід зазначити, що при дослідженні системи економічної безпеки підприємств агропромислового комплексу необхідно використовувати методи, які дозволяють застосовувати методи статистичного моделювання. Очевидно, що надійність і точність моделювання та статистична точність отриманих результатів є вирішальними. Слід зазначити, що розробка логістичних стратегій у системі економічної безпеки потребує виконання двох необхідних умов: вони мають бути пов'язані з іншими функціональними стратегіями та узгоджені з оптимальним процесом реалізації конкурентної стратегії економічної безпеки агропромислових підприємств, а також мають охоплювати всі сфери діяльності [1; 2; 3].

Економіко-математичні моделі – це описи економічних процесів у вигляді рівнянь, нерівностей і функцій. Метою побудови економіко-математичних моделей є встановлення кількісних і якісних залежностей між змінними, що характеризують досліджуване явище і в кінцевому підсумку визначають необхідні умови для забезпечення бажаного результату (тобто мети завдання).

У загальному вигляді вирішення економіко-математичних задач можна розділити на п'ять етапів:

1. Економічна постановка завдання. При цьому дається характеристика об'єкта дослідження, описується та систематизується характеристика вихідних даних, визначається обсяг дослідження, вибираються оптимальні стандартні показники та формулюється кінцевий результат – мета рішення.

2. Математична постановка задачі. Систематизовані вихідні дані задачі та необхідні додаткові величини подано у вигляді математичних залежностей (рівнянь, нерівностей), сформульовано змінні вимоги та обмеження (позитивність, кількісні зміни та співвідношення), визначено основні фактори та встановлено залежності, які визначають результати розв'язування задачі. Після представлення задачі у вигляді математичних залежностей вони заповнюються їх числовими значеннями.

3. Вибір математичних методів. Для вирішення економічних задач тим чи іншим методом необхідно визначити залежності змінних, представлених у рівняннях і нерівностях. На цій основі вибирається метод математичного програмування, алгоритм якого може виконувати такі завдання. Якщо готового алгоритму немає, розробляється новий.

4. Етап розрахунку. На цьому етапі розробляється програма за обраним алгоритмом, здійснюється вибірка і розв'язується задача на основі реальних вихідних даних.

5. Аналіз результатів рішення. Перевірте чи відповідають отримані результати оптимальним умовам. Якщо ця умова не виконується або не відповідає дійсному явищу чи процесу, необхідно повторно проаналізувати весь процес для усунення помилок у розрахунках [4, с. 85].

Отже, після створення моделі необхідно ввести певну інформацію, щоб перевірити наскільки дані, імплементовані моделлю близькі до експериментальних даних, які були раніше записані та відповідають вхідній інформації. Стратегічне планування матеріально-технічного забезпечення на агропромислових підприємствах передусім розглядається як процес розробки системи завдань і контрольних показників, що відображають стратегічні цілі розвитку та функціонування агропромислового комплексу.

Слід зазначити, що «...будь-який метод, який описує реальний процес, має наступний алгоритм моделювання:

$$L_i(t) = Y_i \left\{ t, t_0 L_i(t_0), (t, x_t)^t_{t_0} \right\}, \quad (1)$$

де $L_i(t)$ – поточний стан i -ї підсистеми в момент t ; $L_i(t_0)$ – початковий стан i -тої підсистеми; X_t – векторна функція, що визначає вхідний процес i -тої підсистеми; $(t, x_t)^t_{t_0}$ – вхідне повідомлення для i -тої підсистеми, котре визначається впорядкованою сукупністю (x_t) для всіх $t \in T_i$, де T_i (множина моментів часу, в яких розглядають функціонування i -тої підсистеми)» [6].

При побудові комплексної системної моделі економічної безпеки агропромислових підприємств виготовлення продукції необхідно прагнути до блокового принципу представлення моделі. У цьому випадку необхідно враховувати всі етапи побудови моделі, особливо вивчення об'єкта оптимізації визначення цільової функції та визначення обмежень моделі.

У цьому випадку для пошуку оптимального рішення логістичної стратегії агропромислових підприємств виготовлення продукції необхідно віддібрати список найменувань сільськогосподарської продукції в базі даних за відхиленням інтенсивності розподілу логістики N та індексу терміну зберігання даної продукції S . Для визначення пріоритетності реалізації логістичної стратегії необхідно відсортувати за запропонованими показниками [5]. Слід відзначити, що «...принцип реалізації логістичної стратегії полягає в наступному:

$$f_1 = \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I x_{ir} \Delta S \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$f_1 = \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I x_{ir} N \rightarrow \max, \quad (3)$$

де f_1, f_2 – функції пріоритету номенклатури продукції агропромислового комплексу; x_{ir} – ознака призначення логістичного розподілу r на об'єкт реалізації I ; $x \in \{0;1\}$, при $x = 0$ – захід не проводять, при $x = 1$ – захід проводять; ΔS – відхилення показника терміну зберігання агропромислової продукції від нормативів; N – інтенсивність логістичного розподілу» [7].

У разі однакових видів агропромислової продукції варто вказувати параметр ΔS , оскільки він найбільше впливає на логістичні витрати. Рекомендується ітераційний пошук оптимального рішення для вибору логістичної стратегії за схемою, наведеною на рис. 1.

Варіант логістичного рішення економічної безпеки	Логістичний розподіл агропромислової продукції					
	j = 1	j = 2	...	j = n		j = I _t
k = 0	R _{p1}	R _{p2}		R _{p1}		R _{pl}
	N ₁ (r ₁)	N ₂ (r ₂)		N _n (r _n)		N _I (r _I)
	R _{u1}	R _{u2}		R _{un}		R _{ul}
k = 1	R _{p1}	R _{p2}		R _{p1}		R _{pl}
	N ₁ (r ₁)	N ₂ (r ₂)		N _n (r _n)		N _I (r _I)
	R _{u1}	R _{u2}		R _{un}		R _{ul}
k = 2	R _{p1}	R _{p2}		R _{p1}		R _{pl}
	N ₁ (r ₁)	N ₂ (r ₂)		N _n (r _n)		N _I (r _I)
	R _{u1}	R _{u2}		R _{un}		R _{ul}
k = I _t -1	R _{p1}	R _{p2}		R _{p1}		R _{pl}
	N ₁ (r ₁)	N ₂ (r ₂)		N _n (r _n)		N _I (r _I)
	R _{u1}	R _{u2}		R _{un}		R _{ul}
k = I	R _{p1}	R _{p2}		R _{p1}		R _{pl}
	N ₁ (r ₁)	N ₂ (r ₂)		N _n (r _n)		N _I (r _I)
	R _{u1}	R _{u2}		R _{un}		R _{ul}

Рис. 1. Економіко-математична модель формування логістичної стратегії економічної безпеки агропромислових підприємств в році t

Оптимальне вирішення для логістичного рішення системи економічної безпеки агропромислових підприємств шукається шляхом ітерації, яка полягає в розрахунку значення Z_{ckt} кожного рішення по черзі. Перша ітерація з $k=0$ базується на припущенні, що логістичне рішення не містить жодних об'єктів логістичного розподілу у відсортованому списку ($jrk=0$), друга – з $k=1$, третя – з $k=2$ і так далі, доки $jrk=$, тобто всі об'єкти логістичного розподілу будуть включені в логістичне рішення. Тому в процесі пошуку оптимального рішення ефект коригування полягає у зміні кількості об'єктів, що вводяться в план на кожній ітерації. Кількість об'єктів jrk , що відповідає $Z_{ckt}=\min$, є річними витратами на логістику агропромислового підприємства із загальною вартістю як метою оптимізації. Коли цільова функція Z_{ckt} приймає максимальне значення необхідно розглядати два особливих випадки результатів розрахунку [6].

Перший випадок має місце, коли $jrk = 0$, тобто жодні об'єкти не повинні бути включені в план розподілу логістики. Це свідчить про те, що ефективність роботи агропромислового підприємства є високою і немає потреби оптимізувати логістичний розподіл або вартість його нагляду є занадто високою. Другий випадок відповідає $jrk = 1$ за умови, що логістичне рішення економічної безпеки агропромислового підприємства включено в план, що свідчить про високу ефективність усіх заходів [8, с. 295]. Такий план підтверджує необхідність врахування змінних логістичного рішення агропромислового підприємства. Конфігурація призводить до зміни параметрів логістичних об'єктів, що покращує якість агропромислової продукції. Оскільки рішення приймається в умовах обмеженості ресурсів розроблено алгоритм розрахунку (рис. 2).

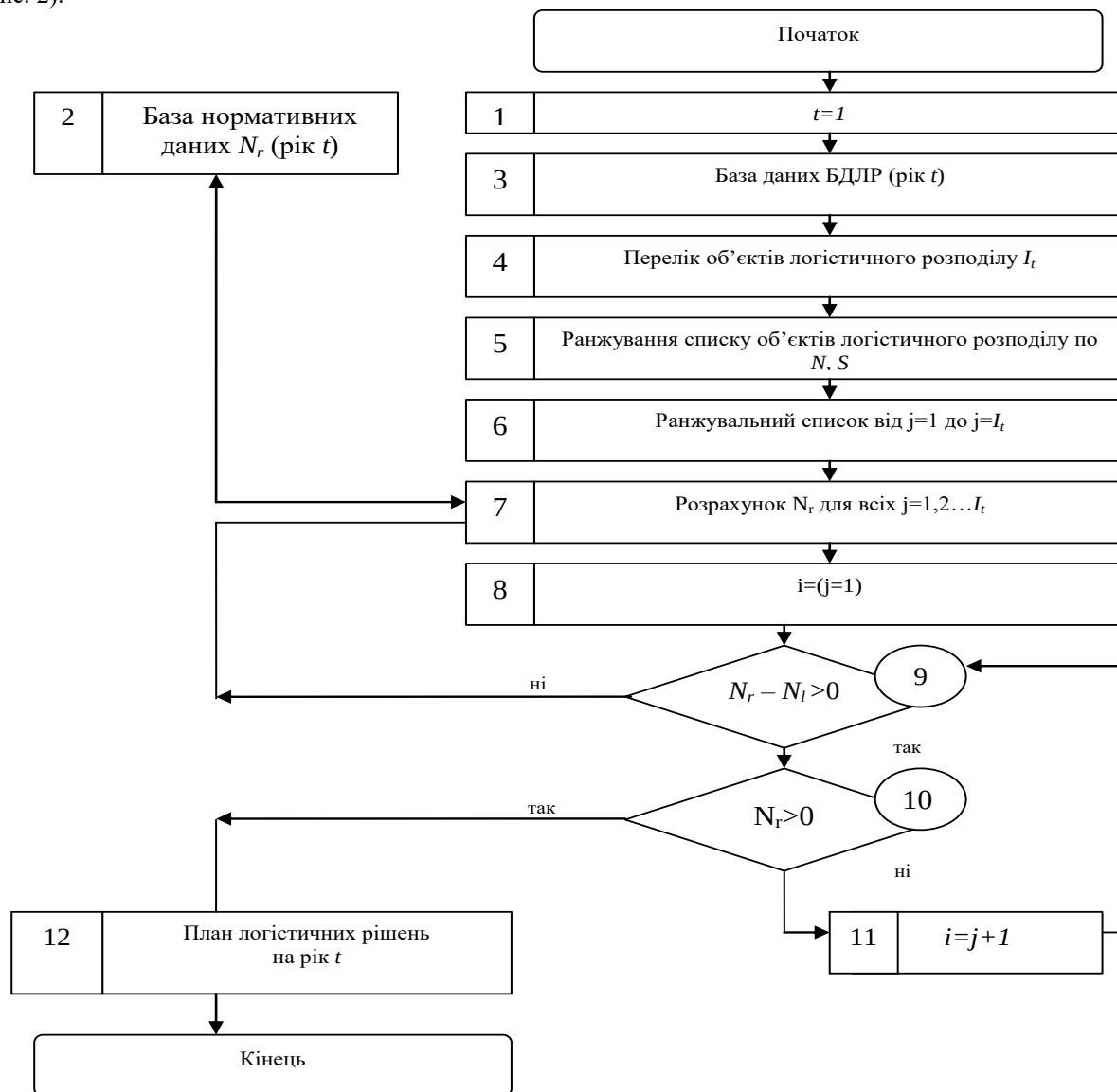


Рис. 2. Блок-схема алгоритму пошуку оптимальної логістичної стратегії економічної безпеки агропромислових підприємств у плановому періоді t

Представляємо наступну блок-схему згідно адгоритму:

Блок № 1. Задати поточний плановий період $t = 1$.

Блок № 2. База даних для зберігання критеріїв розрахунку вартості логістичних об'єктів розподілу.

Блок № 3. Побудова бази даних логістики розподілу (БДЛР).

Блок № 4. Створення переліку логістичних розподільчих об'єктів I_t за рік t .

Блок № 5. У цьому блоці відсортовується об'єкти логістики розподілу.

Блок № 6. Створення нового відсортованого списку логістичних об'єктів I_t .

Блок № 7. У цьому блоці алгоритм визначення інвестиції необхідні для даного логістичного розподільного об'єкта агропромислового підприємства за формулою (3).

Блок 8. Включення об'єкта $j = 1$ у відсортований список до планування.

Блок № 9. Розрахувати залишкові кінцеві ресурси N_{rit} після введення логістичних об'єктів розподілу на кожному кроці.

Блок № 10. ОЛР перевіряє вичерпання кінцевих ресурсів.

Блок № 11. ОЛР переходить до наступного кроку і формує план розподілу об'єктів логістики на основі відсортowanego списку.

Блок 12. ОЛР розробка плану матеріально-технічного та розподільного об'єктів завершується відповідно до вичерпання виділених ресурсів. При цьому план повинен включати логістичні та розподільні об'єкти з найбільшим транспортним навантаженням і найбільшим перевищенням показників рівності над рекомендованими межами.

З точки зору оптимального планування та управління агропромислове підприємство розглядається як економічна система в якій комплексно відображені економіко-організаційні взаємозв'язки всіх її складових. Оптимальне планування структури агропромислового комплексу має забезпечувати збалансоване співвідношення завдань виробництва продукції з наявними виробничо-фінансовими ресурсами.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Підсумовуючи варто відзначити, що для визначення цілей і завдань агропромислове підприємство вибирає найкращу логістичну стратегію з урахуванням наявних матеріально-технічних ресурсів і на цій основі здійснює стратегічне планування економічної безпеки. Стратегічне планування економічної безпеки передбачає вибір агропромисловим підприємством логістичної стратегії та розробку на цій основі функціональної стратегії кожного його підрозділу. В умовах сучасних викликів та загроз необхідно узгодити всі функціональні логістичні стратегії економічної безпеки агропромислового підприємства.

Література

1. Вівчар О. І. Управління економічною безпекою підприємств: соціогуманітарні контексти: монографія. Тернопіль, ФОП Паляниця В. А., 2018. 515 с.
2. Бикова А., Єфіменко І. Вплив логістичних процесів на економічну безпеку організації. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. № 2(11). С. 45-50.
3. Васильців Т., Лупак Р., Васильців В. Характеристика функціональних складових економічної безпеки сектору інформаційно-комунікаційних технологій України. *Економічний дискурс*. 2017. № 1. С. 161-172.
4. Перерва П., Череп А., Романчик Т., Дьякова Н. Оптимізація ризиків економічної безпеки підприємства на засадах логістики. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (економічні науки)*. 2022. № 2. С. 81-87.
5. Сумець О. М. Основні компоненти логістичного менеджменту в аспекті забезпечення безпеки й ефективності логістичної діяльності підприємств. *Комунальне господарство міст*. 2023. № 111. С. 194-201.
6. Hofmann E., Osterwalder F. Third-Party Logistics Providers in the Digital Age: Towards a New Competitive Arena? *Logistics*. 2017. № 1(2). P. 1-28.
7. Lupak R. L., Kunytska-Iliash M. V., Vasylytsiv T. G. [Conceptual Relationships between the Systems of Ensuring the Economic Security of the State and the Implementation of the State Policy of Import Substitution](#). *Problemy Ekonomiky*. 2017. № 2. С. 117-123.
8. Sharko V., Radchenko O., Budiaiev M., Tarasenko O. Cloud technologies in business management. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*. 2021. 4(39). 294–301.

References

1. Bykova, A., Yefimenko, I. (2024). Vplyv lohistychnykh protsesiv na ekonomichnu bezpeku orhanizatsii [The influence of logistics processes on the economic security of the organization]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka – Digital economy and economic security*, 2(11), 45–50. [in Ukrainian].
2. Vivchar, O. I. (2018) *Upravlinnia ekonomichnoiu bezpekoiu pidpriemstv: sotsiohumanitarni konteksty* [Management of economic security of enterprises: socio-humanitarian contexts]. Ternopil, FOP Palanytsia V. A. 515. [in Ukrainian].
3. Vasylytsiv, T., Lupak, R. & Vasylytsiv, V. (2017). Kharakterystyka funktsionalnykh skladovykh ekonomichnoi bezpeky sektoru informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii Ukrainy [Characteristics of functional components of economic security of the information and communication technologies sector of Ukraine]. *Ekonomichnyi dyskurs – Economic discourse*, 1, 161–172. [in Ukrainian].
4. Pererva, P., Cherep, A., Romanchyk, T. & Dyakova, N. (2022). Optimizing risks of economic security of the enterprise on the basis of logistics [Optimizatsiia ryzykiv ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva na zasadakh lohistyky]. *Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut» (ekonomichni nauky) – Bulletin of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (economic sciences)*, 2, 81–87. [in Ukrainian].
5. Sumets, O. M. (2023). Osnovni komponenty lohistychnoho menedzhmentu v aspekti zabezpechennia bezpeky y efektyvnosti lohistychnoi diialnosti pidpriemstv [The main components of logistics management in the aspect of ensuring the safety and efficiency of logistics activities of enterprises]. *Komunalne hospodarstvo mist – Communal management of cities*, 111, 194–201. [in Ukrainian].
6. Hofmann, E., Osterwalder, F. (2017). Third-Party Logistics Providers in the Digital Age: Towards a New Competitive Arena? *Logistics*, 1(2), 1–28.
7. Lupak, R. L., Kunytska-Iliash, M. V. & Vasylytsiv, T. G. (2017). [Conceptual Relationships between the Systems of Ensuring the Economic Security of the State and the Implementation of the State Policy of Import Substitution](#). *Problemy Ekonomiky*, 2, 117–123.
8. Sharko V., Radchenko O., Budiaiev M. & Tarasenko O. Cloud technologies in business management. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*. 2021. 4(39). 294–301.