

УДК 378:371.134:51

Сорока Лариса Миколаївна

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри управління підприємницькою та туристичною діяльністю
Ізмаїльський державний гуманітарний університет*

Soroka Larysa

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Department of Business and Tourism Management
Izmail State University of Humanities
ORCID: 0000-0002-8014-7509*

Полозов Олександр Борисович

*асистент кафедри медіасистем та технологій
Харківський національний університет радіоелектроніки*

Polozov Oleksandr

*Assistant of Department of Media Systems and Technologies
Kharkiv National University of Radio Electronics
ORCID: 0009-0002-8133-4813*

Івлієва Ольга Михайлівна

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри математики, інформатики та інформаційної діяльності
Ізмаїльський державний гуманітарний університет*

Ivliieva Olga

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Mathematics,
Informatics and Information Activities,
Izmail State University of Humanities
ORCID: 0000-0003-3525-322X*

СУЧАСНІ МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ: ТЕОРІЯ, ПРАКТИКА ТА ОСВІТНІ АСПЕКТИ

MODERN METHODS OF MATHEMATICAL MODELING IN THE ANALYSIS OF ECONOMIC PROCESSES: THEORY, PRACTICE AND EDUCATIONAL ASPECTS

***Анотація.** Вступ. В сучасних умовах видозміни економічних процесів необхідним є використання новітніх методів математичного моделювання. Відповідна тенденція обумовлена спектром різноманітних перетворень, що у загальній сукупності формують невід'ємний компонент економічної освіти сучасності, а саме – методи математичного моделювання.*

Враховуючи суттєвий науковий прогрес у розвитку обчислювальних потужностей і методах математичного аналізу даних, наявним є суттєвий розрив між теоретико-методологічними засадами розроблених методів та їх практичним застосуванням в контексті використання на платформі національної економічної системи. Особливо гострим та нагальним дане питання постало у форматі необхідності ревіталізації економіки України та забезпечення реалізації успішних дій щодо її відновлення та стратегування прогресивних перетворень.

Мета. Метою статті є обґрунтування доцільності та потреби застосування сучасних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів крізь призму теоретико-методологічних та практичних аспектів.

Методи і матеріали. Аналіз наукової літератури за означеною проблематикою наукового дослідження; систематизація й узагальнення різних підходів до визначення поняття завдання математичного моделювання; аналіз та систематизація сучасних інноваційних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів.

Результати. Виявлення новітніх закономірностей в сучасних економічних процесах, що відбуваються в Україні, потребує більш ґрунтовних методів обробки та аналізу статистичних економічних даних. Відповідна тенденція вимагає наявності суттєвих обчислювальних ресурсів, що формує додаткові складнощі, особливо при застосуванні класичних методів, які не завжди здатні розрахувати та проаналізувати відповідні завдання. Тому, формування та використання новітніх методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів є запорукою трансформації економічних зрушень.

Перспективи. Перспективними напрямками подальших наукових досліджень є розробка математичних моделей, що враховують не лише статичні дані, але й динамічні зміни прямого та опосередкованого впливу факторів внутрішньому та зовнішньому економічних середовищ. Крім того, подальші наукові дослідження будуть направлені на площину вивчення місця та ролі математичного моделювання у сучасній системі економічної освіти.

Ключові слова: математичне моделювання, економічні процеси, математичні методи, економічна освіта, методика викладання.

Summary. *Introduction.* In the current conditions of economic process modification, it is necessary to use the latest methods of mathematical modeling. The corresponding trend is due to the spectrum of various transformations, which in the aggregate formulate an integral component of modern economic education, namely – methods of mathematical modeling. Taking into account the significant scientific progress in the development of computing power and methods of mathematical data analysis, there is a significant gap between the theoretical and methodological principles of the developed methods and their practical application in the context of use on the platform of the national economic system. This issue has become especially acute and urgent in the format of the need to revitalize the Ukrainian economy and ensure the

implementation of successful actions to restore it and strategize progressive transformations.

Purpose. The purpose of the article is to substantiate the feasibility and need for the application of modern methods of mathematical modeling in the analysis of economic processes through the prism of theoretical, methodological and practical aspects.

Materials and methods. Analysis of scientific literature on the specified issues of scientific research; systematization and generalization of various approaches to defining the concept of mathematical modeling tasks; analysis and systematization of modern innovative methods of mathematical modeling in the analysis of economic processes.

Results. Identifying new patterns in modern economic processes occurring in Ukraine requires more thorough methods of processing and analyzing statistical economic data. The corresponding trend requires significant computing resources, which creates additional difficulties, especially when using classical methods that are not always able to calculate and analyze the relevant tasks. Therefore, the formation and use of new methods of mathematical modeling in the analysis of economic processes is the key to the transformation of economic shifts.

Discussion. Promising directions for further scientific research are the development of mathematical models that take into account not only static data, but also dynamic changes in the direct and indirect impact of factors on the internal and external economic environments. In addition, further scientific research will be directed towards studying the place and role of mathematical modeling in the modern system of economic education.

Key words: *mathematical modeling, economic processes, mathematical methods, economic education, teaching methodology.*

Постановка проблеми. Сучасні аспекти цифровізації, діджиталізації та інноваційного забезпечення трансформаційних економічних процесів

зумовлюють необхідність вдосконалення методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів для вирішення управлінських завдань макроекономічного рівня. Волатильність сучасних економічних ринків, диспропорційність їх розвитку та необхідність пристосування до турбулентних економічних змін потребують удосконалення існуючих моделей та створення інноваційних рішень у сфері математичного моделювання, що враховуватимуть багатоаспектність та динамічність сучасних економічних перетворень.

Відсутність узагальненого системного підходу до використання сучасних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів, необхідність інтегрування відповідних методів моделювання у парадигму економічної системи України визначають актуальність означеної тематики наукового дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням проблеми аналізу методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів опікувалось багато як вітчизняних, так і закордонних науковців.

Наприклад, Дзямулич М.І. та Шматковська Т.О. [1,3] у своїх наукових роботах досліджували метод декомпозиції з метою моделювання багаторівневої економічної системи. Вчені аналізували використання методу декомпозиції для динамічних моделей, які ґрунтуються на функціонуванні ієрархічної структури економічних систем.

У роботах Патицької Х.О. [9], Науменко М.А. [10] докладно продемонстровано теоретико-методологічні основи моделювання, перелік підходів, що можуть бути використані в економічних системах з метою оцінки ефективності її функціонування та розрахунку прогностичних аспектів стратегічного розвитку.

Аналіз статистичних методів математичного моделювання, при аналізі економічних процесів, відображено у наукових працях Шматковської Т.О., Стащук О.В., Дзямулич М.І. [4]. Відповідний метод математичного моделювання є доцільним в умовах постійних економічних

коливань, високої варіативності економічних даних у тривалому проміжку часу.

Економічна освіта в сучасних турбулентних умовах зумовлює потребу новатики рішень у сфері використання тих методик викладання, які обумовлюють концептуальні рішення, компіляцію світового досвіду та його транслявання на економічну освіту в Україні. При цьому, необхідним є врахування доцільності навчання з метою формування навичок стратегічного мислення в умовах постійної зміни ступеню впливу факторів оточуючого економічного середовища, волатильності управлінських рішень та пристосування до постійної видозміни умов. Відтак, метод імітаційного моделювання детально проаналізовано в роботах таких науковців, як: Чалюк Ю.О. [2], Димова Г.О. та Ларченко О.В. [5], Решетило В.П. та Федотова Ю.В. [7] та інших вчених.

Свірський Ю.В. [6], Андрусенко Ю.О. [8] наголошують на необхідності використання ризик-орієнтованих моделей математичного моделювання, що обумовлюють можливість розробки різноманітних сценарії розвитку економічних подій та нівелювання ступеню впливу тих чи інших економічних ризиків на економічні процеси в Україні.

Таким чином, сучасні дослідження в контексті оцінки методів математичного моделювання, що використовуються при аналізі економічних процесів, є ґрунтовними та глибинними. Однак, дані методи математичного моделювання не враховують турбулентності сучасних економічних перетворень, можливість врахування впливу аспектів повномасштабного воєнного вторгнення

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування доцільності та потреби застосування сучасних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів крізь призму теоретико-методологічних та практичних аспектів.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є праці вітчизняних та зарубіжних авторів, що провадять свої науково-практичні дослідження у

царині вивчення методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів.

В процесі здійснення дослідження було використано наступні наукові методи: теоретичного узагальнення та групування (для виявлення проблемних аспектів сучасних економічних перетворень, формування перелік сучасних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів); формалізації, аналізу та синтезу (для побудови алгоритму забезпечення формування основних аспектів математичного моделювання при аналізі економічних процесів в сучасних турбулентних умовах трансформаційних перетворень); логічного узагальнення результатів (формулювання висновків).

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах євроінтеграційних процесів, глобалізаційних зрушень та можливих перетворень економічних систем першочерговим постає завдання формування пріоритетних напрямків сучасного інструментарію методів математичного моделювання крізь призму синергетичного ефекту в контексті формування інтерактивних технологій.

Одним із найпоширеніших напрямів є саме забезпечення комплексного підходу у інноваційності становлення методів математичного моделювання, як флагмана економічних перетворень в умовах сьогодення. Зростання кількості інновацій, економічні зрушення, зміни на зовнішньоекономічному ринку зумовили необхідність адаптування, пристосування та активного використання інструментів управління та контролю досягнень компанії з метою забезпечення високого рівня її конкурентоспроможності на вітчизняних та міжнародних ринках.

Комплексна модернізація та інноваційний розвиток SMART-економіки майбутнього формують нагальні потреби актуалізації питання глобалізаційних зрушень й трансформацій економічних процесів в контексті забезпечення синергетичного ефекту від впливу інтерактивних

технологій на формування методів математичного моделювання, а тому – не викликають сумнівів у своїй актуальності.

Теоретико-методологічна основа дослідження особливостей становлення та прогресивного розвитку SMART-економіки, діджиталізації, цифрової трансформації створили передумови для потенційного розвитку сучасних новітніх компетентностей, які можливо реалізувати у довгостроковій перспективі. У процесі дослідження використовувалися загальнонаукові методи дослідження, а саме: синтез, дедукція та індукція, системний аналіз. Великі масиви даних зумовлюють потребу постійної новатики методів математичного моделювання. Доцільно наголосити, що інтеграція методів машинного навчання в економічне моделювання вимагає не лише наявності спеціальних навичок та знань, а й можливості використання спеціального технічного забезпечення для впровадження та використання у довгостроковій перспективі відповідних моделей. Крім того, одним із найчастіших проблемних аспектів є відсутність впевненості у надійності та достовірності результатів, що отримані із використанням методів машинного навчання.

Необхідність врахування спектру факторів прямого та опосередкованого економічного впливу на вибір та використання методів математичного моделювання, прогностики стратегічних рішень, етики та правових норм забезпечення комплексу відповідних показників зумовлюють формування чисельних проблем, з якими на дотичній основі постійно зіштовхується математичне моделювання в економіці. Відповідні проблемні аспекти потребують вирішення у найкоротші терміни з метою забезпечення ефективної ревіталізації економічної системи держави.

За результатами проведених наукових досліджень можна констатувати, що можливим є використання наступних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів (рис. 1).



Рис. 1. Перелік сучасних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів

Джерело: згруповано та систематизовано авторами на підставі аналізу [7-9]

Запропонований перелік сучасних методів математичного моделювання при аналізі економічних процесів є узагальненим та активно використовується у результатах наукових досліджень вчених.

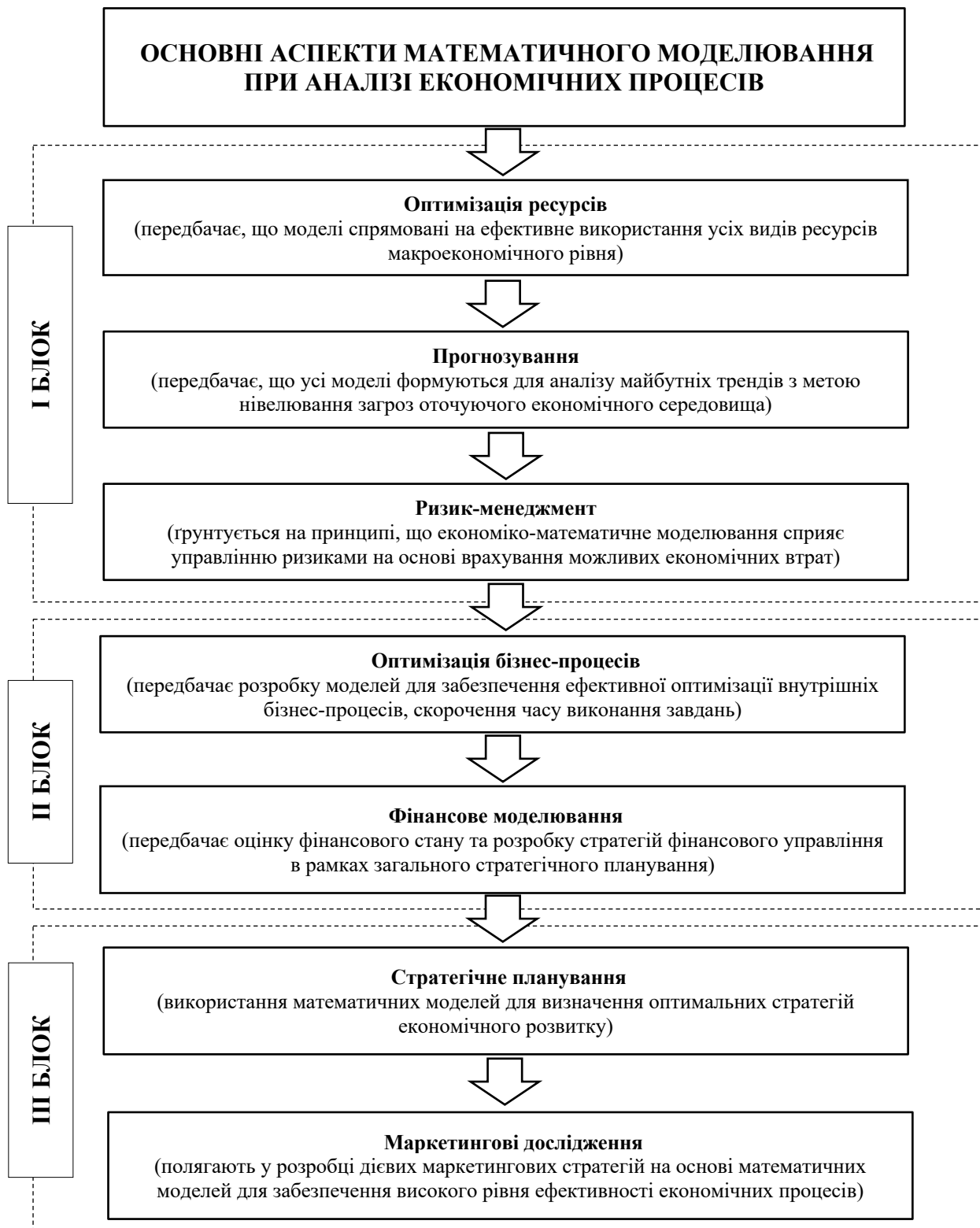


Рис. 2. Алгоритм забезпечення формування основних аспектів математичного моделювання при аналізі економічних процесів в сучасних турбулентних умовах трансформаційних перетворень

Джерело: авторська розробка

Одними із найбільш проблемних аспектів економічних перетворень можуть бути наступні:

- 1) відмова від функціонування традиційних бізнес-моделей на макроекономічному рівні у зв'язку із використанням цифрових платформ, які збільшують якість економічних перетворень;
- 2) розширення сфери самозайнятості населення за рахунок використання цифрових платформ, що зумовлює суттєві ускладнення регулювання ринку праці в державі, використання механізмів стабілізації системи економічних перетворень;
- 3) відсутність навичок та вмінь щодо користування сервісами цифрових платформ для різних груп населення, що створюватиме проблемні аспекти функціонування економічної системи в цілому.

Таким чином, узагальнений алгоритм забезпечення ефективності математичного моделювання в економіці визначається об'єктивною потребою в гнучкості, технологічній досконалості та динаміки ринкових процесів на макроекономічному рівні та умовно складається з трьох основоположних блоків, які пов'язані між собою та, відповідно, формують синергетичний ефект. Інтенсифікація процесу цифровізації та діджиталізації економічних перетворень зумовлює новатику використання відповідних методів математичного моделювання. Означена характеристика є всеохоплюючою та забезпечує центр реалізації відповідних структурних зрушень. Отже, на сьогоднішній день економіко-математичне моделювання є важелем структурної перебудови, потужним інструментом оптимізації економічних процесів та реалізації новатики управлінських рішень.

Висновки. На основі проведеного наукового дослідження можна констатувати, що математичне моделювання є критично важливим компонентом для оптимізації управління економічними процесами у динамічних ринкових умовах.

Перспективними напрямками подальших наукових досліджень є розробка математичних моделей, що враховують не лише статичні дані, але й динамічні зміни прямого та опосередкованого впливу факторів внутрішньому та зовнішньому економічних середовищ. Додатковим є обов'язкова ідентифікація переліку сучасних математичних методів, що дозволяють прогнозувати ступінь впливу економічних ризиків, що є особливо актуальним у період ревіталізації національної економічної системи.

Література

1. Дзямулич М.І., Шматковська Т.О. Вплив сучасних інформаційних систем і технологій на формування цифрової економіки. *Економічний форум*. 2022. № 2. С. 3–8.
2. Чалюк Ю.О. Срібна економіка: демографічні зміни та економічні можливості. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2023. № 1(107). С. 50–59.
3. Шматковська Т.О., Дзямулич М.І. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології в професійній діяльності у системі нових тенденцій цифровізації економіки. *Економічні науки. Серія «Регіональна економіка»: Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету*. 2021. № 18(71). С. 248–255.
4. Шматковська Т.О., Стащук О.В., Дзямулич М.І. Великі дані та бізнес-моделювання економічних систем. *Ефективна економіка*. 2021. № 5.
5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8906>. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.5.96 (дата звернення: 27.04.2025).
5. Димова Г.О., Ларченко О.В. Використання методу декомпозиції для моделювання багатогалузевої економічної системи. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2021. Вип. 2 (77). С. 193–199. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.2.24>.

6. Свірський Ю.В. Сутність і принципи управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2023. Вип. 37. С. 113–118. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/787> (дата звернення: 25.04.2025).

7. Решетило В.П., Федотова Ю.В. Невизначеність та ризик: співвідношення понять та специфіка прийняття рішень. *Економіка та управління підприємствами*. 2020. Вип. 3 (77). С. 149–154.

8. Андрусенко Ю.О. Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2020. № 3 (65). С. 91–96. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.65.14>.

9. Патицька Х.О. Поведінкові закономірності прийняття економічних рішень на локальному рівні: теоретичні засади. *Бізнес Інформ*. 2021. Вип. 1. С. 6–13. URL: http://jnas.nbu.gov.ua/j-pdf/binf_2021_1_2.pdf (дата звернення: 25.04.2025).

10. Науменко М.А. Оптимальне використання алгоритмів глибокого машинного навчання в ефективному управлінні підприємством. *Успіхи і досягнення у науці*. 2024. Вип. № 4 (4). С. 776–794. [https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-4\(4\)-776-794](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-4(4)-776-794).

References

1. Dziamulych M.I. & Shmatkovska T.O. (2022). Vplyv suchasnykh informatychnykh system i tekhnolohii na formuvannia tsyfrovoy ekonomiky [The influence of modern information systems and technologies on the formation of the digital economy]. *Ekonomichnyi forum*, vol. 2, pp. 3–8дб [in Ukrainian].

2. Chaliuk, Yu.O. (2023) Sribna ekonomika: demohrafichni zminy ta ekonomichni mozhlyvosti [The Silver Economy: Demographic Change and Economic Opportunity]. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli*. vol. 1(107), pp. 50–59 [in Ukrainian].

3. Shmatkovska, T.O., & Dziamulych, M.I. (2021). Suchasni informatsiini ta komunikatsiini tekhnologii v profesiinii diialnosti u systemi novykh tendentsii tsyfrovizatsii ekonomiky [Modern information and communication technologies in professional activity in the system of new trends in digitalization of the economy]. *Ekonomichni nauky. Seria "Regionalna ekonomika"*, vol. 18(71), pp. 248–255 [in Ukrainian].

4. Shmatkovska, T.O., Stashchuk, O.V., & Dziamulych, M.I. (2021). Velyki dani ta biznes-modeliuvannia ekonomichnykh system [Big data and business modeling of economic systems]. *Efektivna ekonomka*, vol. 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8906>. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.5.96 [in Ukrainian].

5. Dymova, H.O. & Larchenko, O.V. (2021). Vykorystannia metodu dekompozytsii dlia modeliuvannia bahatohaluzevoi ekonomichnoi systemy [Using the decomposition method for modeling a multi-sectoral economic system]. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, 2(77), 193–199. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.2.24> [in Ukrainian].

6. Svirskyi, Yu.V. (2023). Sutnist i pryntsyipy upravlinnia biznes-protsesamy na zasadakh imitatsiinoho modeliuvannia [The essence and principles of business process management based on simulation modelling]. *Naukovi zapysky Lvivskoho universytetu biznesu ta prava*, (37), 113–118. <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/787> [in Ukrainian].

7. Reshetylo, V.P. & Fedotova, Yu.V. (2020). Nevyznachenist ta ryzyk: spivvidnoshennia poniat ta spetsyfika pryiniattia rishen [Uncertainty and risk: correlation of concepts and specificity of decision making]. *Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy*, 3 (77), 149–154 [in Ukrainian].

8. Andrusenko, Yu.O. (2020). Analiz osnovnykh modelei prohnouzuvannia chasovykh riadiv [Analysis of the main models of time series forecasting]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitrianykh Syl*, 3 (65), 91–96. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.65.14> [in Ukrainian].

9. Patytska, Kh.O. (2021). Povedinkovi zakonomirnosti pryiniattia ekonomichnykh rishen na lokalnomu rivni: teoretychni zasady [Behavioral regularities of economic decision-making at the local level: theoretical foundations]. *Biznes Inform*, 1, 6–13. http://jnas.nbu.gov.ua/j-pdf/binf_2021_1_2.pdf [in Ukrainian].

10. Naumenko, M.A. (2024). Optymalne vykorystannia alhorytmiv hlybokoho mashynnoho navchannia v efektyvnomu upravlinni pidpriemstvom [Optimal use of deep machine learning algorithms in effective enterprise management]. *Uspikhy i dosiahnennia u nautsi*, 4 (4), 776–794. [https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-4\(4\)-776-794](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-4(4)-776-794) [in Ukrainian].