

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-346-5-43>

УДК 339.1

ПИРОГОВ Дмитро

Кременчуцький національний університет управління імені Михайла Остроградського

<https://orcid.org/0000-0002-4569-9308>e-mail: [d.pirogov.64@gmail.com](mailto:d.pirogov.64@gmail.com)

ПИРОГОВ Єгор

Кременчуцький національний університет управління імені Михайла Остроградського

<https://orcid.org/0009-0003-9925-5264>

КУЩ Анастасія

Кременчуцький національний університет управління імені Михайла Остроградського

e-mail: [nastiakusch@gmail.com](mailto:nastiakusch@gmail.com)

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

У статті розглянуто теоретичні основи моделювання та прогнозування в економіці з акцентом на складні системи, що характеризуються багаторівневою структурою та динамічними взаємозв'язками. Проаналізовано основні методи моделювання та прогнозування та їхню практичну значущість для дослідження економічних процесів. Особливу увагу приділено застосуванню зазначених методів у сфері електронної комерції як одного з найбільш динамічних сегментів цифрової економіки. Обґрунтовано, що ефективне прогнозування електронної комерції створює підґрунтя для формування стратегій бізнесу в умовах цифрової трансформації та кризи.

Ключові слова: електронна комерція, моделювання, прогнозування, економічні системи, цифрова трансформація.

PIROGOV Dmytro, PIROGOV Yehor, KUSHCH Anastasiia

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

## STRATEGIES OF DIGITALIZATION IN THE CONTEXT OF BUSINESS DIGITAL TRANSFORMATION: TRENDS AND INNOVATIONS

This article examines the theoretical and practical foundations of modeling and forecasting within complex economic systems, with a particular focus on the evolution and transformation of electronic commerce in Ukraine. It outlines the conceptual framework of economic complexity and emphasizes the crucial role of mathematical and statistical tools in identifying nonlinear interactions, structural shifts, and feedback loops that characterize modern digital markets. The study provides a systematic overview of major modeling and forecasting approaches, including econometric and mathematical models, regression analysis, ARIMA and VAR models, as well as trend extrapolation and scenario modeling techniques used for evaluating market dynamics and consumer behavior patterns.

Particular attention is paid to the adaptation of these methods to the Ukrainian e-commerce sector, which has experienced rapid expansion, structural disruptions, and digital innovations under the influence of globalization, technological change, and external economic shocks. Using empirical data and statistical projections, the study illustrates the uneven development of e-commerce during periods of instability and recovery, highlighting factors such as consumer confidence, logistics infrastructure, payment systems, and regulatory transformations.

The article also explores contemporary trends and strategic priorities for the further digitalization of trade, identifying opportunities for sustainable growth through improved forecasting accuracy and the integration of predictive analytics into business decision-making. It is emphasized that effective modeling and forecasting are essential not only for optimizing corporate strategies but also for supporting national digital policies, ensuring transparency, competitiveness, and resilience of the Ukrainian economy in global markets. Overall, the findings confirm that the application of quantitative modeling and forecasting tools serves as an indispensable mechanism for managing complexity and uncertainty in the digital economy.

Keywords: e-commerce, modeling, forecasting, economic systems, digital transformation.

Стаття надійшла до редакції / Received 30.08.2025

Прийнята до друку / Accepted 27.09.2025

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

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки електронна комерція виступає одним із ключових напрямів розвитку бізнесу, який забезпечує підприємствам доступ до глобальних ринків і формує нові підходи до взаємодії зі споживачами. Проте високий рівень динамічності цього ринку, вплив зовнішніх шоків та швидкі темпи впровадження інноваційних технологій створюють потребу у застосуванні інструментів моделювання та прогнозування. Це дозволяє своєчасно визначати перспективи, ризики й обґрунтовувати ефективні управлінські рішення як для державної політики, так і для бізнес-стратегій. Таким чином, проблема моделювання та прогнозування розвитку електронної комерції в Україні набуває особливої актуальності у контексті сталого розвитку.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблематика моделювання та прогнозування економічних процесів, у тому числі розвитку електронної комерції, є предметом досліджень багатьох науковців. Зокрема, вагомий внесок у розвиток теоретичних та методичних підходів здійснили такі вчені, як: Вергунова І. М. [1], Шаров Ю. П. [2], Дубель М. [4], Бокс Г. Е. [3], Дженкінс Г. М. [3], Заяц О. І. Х. [7] та ін.

## ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

Попри значний науковий доробок у сфері дослідження електронної комерції та економічного прогнозування, бракує комплексного аналізу практичного застосування економіко-математичних моделей (ARIMA, VAR, системної динаміки тощо) для прогнозування тенденцій електронної комерції в Україні.

## ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є дослідження теоретико-методологічних засад моделювання та прогнозування в економіці, аналіз їхнього застосування у сфері електронної комерції та визначення сучасних тенденцій і перспектив розвитку ринку електронної комерції в Україні.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Економіка розглядається як складна відкрита система, що характеризується багаторівневою структурою, нелінійними зв'язками між елементами та високим ступенем невизначеності. Складні економічні системи включають взаємодію різних ланок (держави, підприємств, домогосподарств, інституцій), що перебувають у постійній адаптації до змін зовнішнього середовища. На відміну від простих систем, економічні мають властивості самоорганізації, що ускладнює їх опис за допомогою класичних детермінованих моделей. Саме тому моделювання і прогнозування виступають необхідними інструментами для наукового обґрунтування економічних рішень.

Теоретичні основи моделювання та прогнозування в економіці базуються на створенні спрощених математичних або концептуальних моделей для аналізу та передбачення економічних процесів. Моделювання передбачає заміну реального об'єкта моделлю для вивчення його властивостей, а прогнозування використовує ці моделі, зокрема методи екстраполяції, для визначення майбутніх тенденцій та пошуку шляхів досягнення цілей [1].

У процесі моделювання та прогнозування економічних систем застосовуються різні методи, кожен із яких має специфічні особливості, сферу використання та обмеження. Їх вибір залежить від цілей дослідження, наявних даних та необхідного горизонту прогнозування. Задля систематизації наукових підходів до аналізу економічних процесів доцільно розглянути найбільш поширені методи, що використовуються у сучасній економічній науці та практиці (табл. 1) [2].

Таблиця 1

Основні методи моделювання та прогнозування в економіці

| Метод                        | Сутність                                                                                      | Сфера застосування                                                          | Приклади використання                                  |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Економіко-математичні моделі | Формалізація економічних процесів через рівняння та функції; кількісна оцінка впливу факторів | Оцінка ефективності ресурсів, побудова сценаріїв розвитку, аналіз рівноваги | Виробничі функції, оптимізаційні моделі                |
| Регресійний аналіз           | Встановлення залежності між змінними; прогнозування результативного показника                 | Аналіз впливу макроекономічних індикаторів на розвиток ринків               | Визначення факторів, що впливають на обсяги e-commerce |
| ARIMA                        | Аналіз і прогнозування часових рядів з урахуванням інерційності та трендів                    | Короткострокові прогнози показників у стабільних середовищах                | Прогноз обсягів онлайн-продажів                        |
| VAR                          | Вивчення взаємозалежності між кількома часовими рядами                                        | Макроекономічний аналіз, взаємодія показників                               | Взаємозв'язок між ВВП, інфляцією та e-commerce         |
| Системна динаміка            | Аналіз зворотних зв'язків у складних системах; моделювання сценаріїв розвитку                 | Довгострокове прогнозування, врахування лагів і структурних змін            | Сценарії цифрової трансформації                        |

Кожен метод має відмінну логіку побудови та практичне призначення. Так, економіко-математичні моделі забезпечують формалізований опис економічних процесів та дозволяють будувати оптимізаційні сценарії, тоді як регресійний аналіз орієнтований на виявлення статистичних залежностей між змінними. Моделі часових рядів, зокрема ARIMA, є ефективними для короткострокових прогнозів, тоді як VAR-моделі дозволяють оцінити взаємовплив макроекономічних показників у динаміці. Системна динаміка, на відміну від попередніх методів, має перевагу у побудові довгострокових сценаріїв та моделюванні складних зворотних зв'язків.

У сфері електронної комерції моделі прогнозування мають особливе значення через динамічний характер ринку, вплив технологічних інновацій та швидку зміну поведінки споживачів. Застосування

економіко-математичних моделей дозволяє оцінювати вплив макроекономічних факторів (рівень доходів населення, інтернет-проникнення, розвиток цифрових платежів) на обсяги онлайн-продажів, будувати прогнози на основі часових рядів щодо динаміки електронної торгівлі та моделювати сценарії розвитку ринку залежно від інвестицій у цифрову інфраструктуру чи змін у законодавчому середовищі [3].

У контексті дослідження електронної комерції важливо не лише згадати загальні моделі прогнозування, але й конкретизувати, яким чином ті чи інші підходи можуть бути адаптовані до аналітики ринку інтернет-продажів (табл. 2) [4].

Таблиця 2

### Методи моделювання та прогнозування в електронній комерції

| Метод              | Основна ідея та механізм                                                       | Тип задач у e-commerce                                                                                                   | Переваги в контексті e-commerce                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Регресійний аналіз | Встановлення залежностей між змінними (факторами) та результативним показником | Аналіз впливу доходів населення, проникнення інтернету, рівня довіри на обсяги онлайн-продажів                           | Простота інтерпретації, відносна легкість оцінювання коефіцієнтів                        |
| ARIMA              | Моделює часові ряди з урахуванням автокореляції, трендів і випадкових коливань | Прогнозування обсягів онлайн-продажів, динаміки кількості замовлень у короткостроковій перспективі                       | Достатньо проста реалізація, добре підходить для стаціонарних або диференційованих рядів |
| VAR                | Ураховує взаємний вплив кількох часових рядів один на одного                   | Аналіз спільної динаміки, наприклад: онлайн-продажі, обсяги безготівкових платежів, інвестиції в ІКТ                     | Здатність моделювати взаємозалежні процеси, кореляцію між змінними                       |
| Системна динаміка  | Моделювання зворотних зв'язків, затримок, накопичень і потоків у системі       | Формування сценаріїв: як зростання логістичної мережі, скорочення витрат чи зміна поведінки споживачів вплинуть на ринок | Візуалізація взаємозв'язків, гнучкість у сценарному моделюванні                          |
| Комбіновані моделі | Поєднання кількох підходів (наприклад, ARIMA + регресія)                       | Підвищення точності прогнозу, компенсація слабких сторін окремих моделей                                                 | Більша гнучкість, краща адаптація до складних даних                                      |

Жоден з окремих методів не є універсальним для задач електронної комерції, адже кожен підходить для певного спектра аналітичних задач і має власні обмеження.

Актуальним прикладом успішного використання методів моделювання та прогнозування у сфері електронної комерції є дослідження Віджая Бхаскару та Деві Прасаду, присвячене попиту у fashion-рітейлі, який характеризується високою залежністю від сезонних і трендових факторів. У роботі проведено порівняльний аналіз трьох підходів: класичної ARIMA-моделі, нейронних мереж та генеративних моделей штучного інтелекту. Результати дослідження показали, що хоча ARIMA здатна відтворювати базові закономірності часових рядів та забезпечувати відносно високу точність прогнозів, генеративні моделі продемонстрували найбільшу ефективність у виявленні складних структур попиту. Вони краще адаптуються до аномальних піків продажів та різких коливань, які є типовими для даного сегменту, що обумовлено впливом факторів моди, маркетингових кампаній та трендів [5].

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки електронна комерція виступає одним із найбільш динамічних сегментів ринку. Дослідження показників доходів у цій сфері дозволяє не лише оцінити поточний стан, але й виявити тенденції та закономірності, що формують траєкторію розвитку галузі (рис. 1) [6].

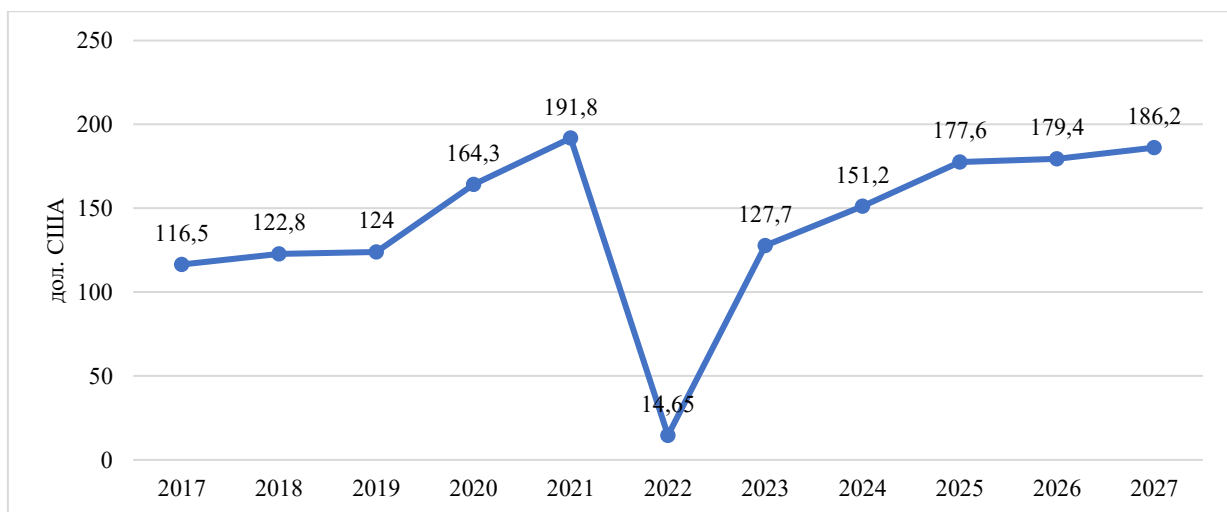


Рис. 1. Прогноз середнього доходу від електронної комерції в Україні на одного користувача

Аналіз даних свідчить про стале зростання доходів електронної комерції в Україні у період з 2017 до 2021 року: середній дохід на користувача зріс із 116,5 дол. США у 2017 році до 191,8 дол. США у 2021 році. Проте у 2022 році зафіксовано різке падіння показника до 14,65 дол. США, що безпосередньо пов'язано з економічними та соціальними наслідками повномасштабної війни. Починаючи з 2023 року, спостерігається поступове відновлення ринку: у 2023 році середній дохід зріс до 151,2 дол. США, а прогнозні дані вказують на подальше зростання до 186,2 дол. США у 2027 році.

Динаміка доходів електронної комерції в Україні підтверджує актуальність використання методів прогнозування для виявлення стратегічних напрямів розвитку галузі. Моделювання подібних тенденцій дозволяє враховувати як внутрішні чинники (платоспроможність населення, розвиток логістичної інфраструктури), так і зовнішні виклики (геополітична нестабільність, глобальні тренди цифровізації). Це створює наукове підґрунтя для розробки стратегій державної та корпоративної політики у сфері електронної комерції.

Електронна комерція сьогодні функціонує на базі інтенсивної цифровізації економічних відносин; розвиток ІКТ, розширення доступу до інтернету та поширення мобільних пристроїв створили передумови для системного зростання онлайн-торгівлі. У глобальному масштабі лідерство зосереджене у країнах із розвинутою цифровою інфраструктурою (Китай, США, Велика Британія), що підкреслює значущість інвестицій у мережеві та платіжні платформи для прискорення локального ринкового зростання. Це загальне положення справ релевантне й для України, де доступ до інтернету й цифрова інклюзія визначають потенціал розширення e-commerce сегменту [7].

Світовий ринок дедалі більше концентрується навколо великих торговельних платформ (Amazon, Alibaba та ін.), які формують стандарти операцій, логістики й клієнтського сервісу. Для українських гравців це означає як загрозу (конкуренція з міжнародними платформами), так і можливості (інтеграція в крос-бордер ланцюги, використання SaaS-рішень для виходу на міжнародні ринки). Політика підтримки локальних платформ та інтеграція з міжнародними екосистемами має стати частиною національної стратегії розвитку e-commerce [8].

Приклад компанії Amazon є одним із найбільш показових кейсів успішного впровадження методів прогнозування у сфері електронної комерції. Щодня компанія обробляє мільярди транзакцій і потребує точного прогнозування попиту для ефективного управління величезними обсягами товарів. Саме тому Amazon активно застосовує машинне навчання та моделі часових рядів, що дозволяє оптимізувати логістику, управління складськими запасами та швидкість доставки.

Для підвищення точності прогнозів Amazon використовує широкий набір моделей. Зокрема, у хмарному сервісі Amazon Forecast поєднано класичні статистичні алгоритми, зокрема ARIMA, з сучасними підходами глибинного навчання. Серед ключових методів застосовуються DeepAR+ – рекурентні нейронні мережі, які спеціалізуються на аналізі часових рядів, та CNN-QR – згорткові нейронні мережі для прогнозування з урахуванням нелінійних залежностей і високої варіативності попиту. Така комбінація моделей дозволяє не лише аналізувати історичні дані, а й враховувати сезонні коливання, зовнішні фактори (свята, погода, економічні зміни) та поведінку користувачів. У практиці Amazon прогнозування охоплює не лише загальні обсяги попиту, а й деталізацію на рівні окремих SKU (stock keeping unit), що є критично важливим для гіганта з багатомільйонним асортиментом. Використання моделей глибинного навчання забезпечує компанії гнучкість у реагуванні на короткострокові зміни попиту, що особливо важливо під час масштабних розпродажів або пікових періодів [9, 10].

## ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

### І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У зв'язку зі стрімкою цифровізацією економіки та змінами поведінки споживачів електронна комерція переходить із фаз швидкого інноваційного зростання в стадію інституціоналізації та інтегрованого розвитку. Для України це означає одночасно: швидку адаптацію бізнес-моделей, прискорений розвиток платіжної та логістичної інфраструктури, а також необхідність формування політик, що підвищують довіру і зменшують бар'єри для онлайн-торгівлі.

Електронна комерція залишається одним із найдинамічніших секторів глобальної економіки і має високий потенціал за умови цілеспрямованих інвестицій у цифрову інфраструктуру, платіжні рішення та логістику. Прогнозні моделі мають враховувати структурні зміни, високий вплив мобільної комерції та необхідність сценарної роботи через високу невизначеність зовнішнього середовища. Використання комбінованих методів дасть найбільш реалістичні і практично корисні прогнози.

Розглянуті методи моделювання підтверджують свою ефективність у прогнозуванні ринкових трендів, оцінці ризиків та визначенні перспектив розвитку електронної комерції. Аналіз практики показав, що застосування цих інструментів дозволяє підприємствам та державним інституціям приймати обґрунтовані рішення, спрямовані на зміцнення позицій у цифровій економіці. Перспективи розвитку електронної комерції безпосередньо залежать від ефективності інтеграції прогнозних моделей у бізнес-практику. Проте в цілому, моделювання та прогнозування є важливими інструментами забезпечення сталого розвитку електронної комерції в Україні, а також формування її конкурентоспроможності на світовому рівні.

**Література**

1. Вергунова І.М. Системне моделювання в економіці. 2013. 106 с.
2. Шаров Ю. П., Бобровська О. Ю., Латинін М. А. Прогнозування розвитку територій. Економічне прогнозування. Навчальний посібник. 2014. 128 с.
3. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 2015. p. 712.
4. Дубель М. Моделювання прогнозу розвитку міжнародної електронної комерції. Вісник Хмельницького Національного Університету. Економічні науки. 2022. №304 (2(1)). С. 145 – 153.
5. Bhaskar V. R., Prasad D. Demand Forecasting in E-Commerce Fashion Retail: A Comparative Study of Generative AI, LSTM and ARIMA Models. Journal of Information Systems Engineering and Management. 2025. № 10 (18).
6. «Online sales: Ukraine ecommerce 2023 Analysis». URL: <https://global24.com/en/blog/online-sales-ukraine-ecommerce-2023-analysis/>
7. Заяць О. І., Капко Я. Є. Сучасні тенденції розвитку електронної комерції. Економіка та суспільство. 2023. №55.
8. Богачик С.В., Волощук В.Р., Волощук Ю.О., Волощук К.Б. Електронна комерція в Україні та основні інноваційні тренди її розвитку. 2019. 108 с.
9. «Demand forecasting at Getir built with Amazon Forecast». URL: <https://aws.amazon.com/blogs/machine-learning/demand-forecasting-at-getir-built-with-amazon-forecast/>
10. «Predicting The Future Of Demand: How Amazon Is Reinventing Forecasting With Machine Learning». URL: <https://www.forbes.com/sites/amazonwebservices/2021/12/03/>

**References**

1. Verhunova I.M. Systemne modeliuвання v ekonomitsi. 2013. 106 p.
2. Sharov Yu. P., Bobrovska O. Yu., Latynin M. A. Prohnozuvannya rozvytku terytorii. Ekonomichne prohnozuvannya. Navchalnyi posibnyk. 2014. 128 p.
3. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 2015. p. 712.
4. Dubel M. Modeliuвання prohnozu rozvytku mizhnarodnoi elektronnoi komertsii. Visnyk Khmelnytskoho Natsionalnoho Universytetu. Ekonomichni nauky. 2022. №304 (2(1)). P. 145 – 153.
5. Bhaskar V. R., Prasad D. Demand Forecasting in E-Commerce Fashion Retail: A Comparative Study of Generative AI, LSTM and ARIMA Models. Journal of Information Systems Engineering and Management. 2025. № 10 (18).
6. «Online sales: Ukraine ecommerce 2023 Analysis». URL: <https://global24.com/en/blog/online-sales-ukraine-ecommerce-2023-analysis/>
7. Zaiats O. I., Kapko Ya. Ye. Suchasni tendentsii rozvytku elektronnoi komertsii. Ekonomika ta suspilstvo. 2023. №55.
8. Bohachyk S.V., Voloshchuk V.R., Voloshchuk Yu.O., Voloshchuk K.B. Elektronna komertsia v Ukraini ta osnovni innovatsiini trendy yii rozvytku. 2019. 108 p.
9. «Demand forecasting at Getir built with Amazon Forecast». URL: <https://aws.amazon.com/blogs/machine-learning/demand-forecasting-at-getir-built-with-amazon-forecast/>
10. «Predicting The Future Of Demand: How Amazon Is Reinventing Forecasting With Machine Learning». URL: <https://www.forbes.com/sites/amazonwebservices/2021/12/03/>