

Міжнародні економічні відносини

УДК 339.562

Кузьмін Олег Євгенович

*доктор економічних наук, професор, директор
Навчально-науковий Інститут економіки і менеджменту
Національного університету «Львівська політехніка»*

Kuzmin Oleh

*Doctor of Economics, Professor, Director
Educational and Research Institute of Economics and Management of
Lviv Polytechnic National University
ORCID: 0000-0002-6014-6437*

Оліховський Віталій Степанович

*аспірант кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва
Національного університету «Львівська політехніка»*

Olikhovskyy Vitaliy

*Postgraduate Student of the Department of
Management and International Business
Lviv Polytechnic National University
ORCID: 0000-0003-1897-093X*

**ІМПОРТНА ДІЯЛЬНІСТЬ В УКРАЇНІ: ПРОГНОЗУВАННЯ,
МАТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ
IMPORT ACTIVITY IN UKRAINE: FORECASTING, MATRIX
MODELLING AND GOVERNMENT REGULATION**

*Анотація. Вступ. Імпортна діяльність України є важливою
складовою національної економіки, яка впливає на стабільність
внутрішнього ринку, рівень цін, розвиток промисловості та*

зовнішньоторговельний баланс. В умовах глобальної економічної нестабільності, змін у міжнародній торговельній політиці, а також внутрішніх викликів виникає необхідність у прогнозуванні імпоротної діяльності та факторів впливу.

Мета. Метою цього дослідження є моделювання сценаріїв розвитку імпоротної діяльності України та факторів впливу з використанням Марковських процесів, що допоможе визначити ймовірні стани імпоротної діяльності та факторів впливу і запропонувати заходи державного регулювання для мінімізації ризиків та максимізації вигоди.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є: 1) дані державної служби статистики України; 2) праці авторів у сфері прогнозування, які зосереджені на розробленні інноваційних підходів до аналізу даних, моделюванні майбутніх економічних та соціальних процесів, а також створенні надійних прогнозних моделей.

Для досягнення цієї мети, в процесі дослідження, було здійснено моделювання на основі марковських процесів, яке описане за допомогою системи диференціальних рівнянь Колмогорова та відповідною системою алгебраїчних рівнянь. Розв'язання системи диференціальних рівнянь проводилось на основі чисельного методу Рунге – Кутта, а системи алгебраїчних рівнянь за допомогою чисельного методу Гауса – Лапласа. Методика дослідження передбачала відображення імпоротної діяльності та факторів впливу у вигляді графа станів, де кожен стан системи чітко визначений та взаємовиключний. Використовуючи систему диференціальних рівнянь Колмогорова, були обчислені ймовірності перебування системи в різних станах, що дозволило провести прогнозування майбутніх змін у імпортних потоках.

Результати. Результати розрахунків показали, що імпортна діяльність у перспективі може знаходитись у трьох різних станах («дуже добре», «добре» та «задовільно») з приблизно однаковою ймовірністю

28,57%, а для факторів впливу є висока ймовірність перебувати у стані «задовільно» в безпосередній близькості до стану «незадовільно», що є неприйнятним і підкреслює необхідність постійного моніторингу та управління імпортною діяльністю та факторами впливу для забезпечення стабільності та зростання в умовах невизначеності. За результатами прогнозування запропоновано заходи державного регулювання для стабілізації ситуації, що склалася.

Перспективи. Перспективи подальших досліджень включають розширення спектра аналізованих факторів, впровадження інноваційних підходів і технологій, а також адаптацію до умов невизначеності і кризових ситуацій.

Ключові слова: імпортна діяльність, прогнозування, фактори впливу, марковські процеси, статичний сценарій, динамічний сценарій.

Summary. *Introduction.* Ukraine's import activity is an important component of the national economy, which affects the stability of the domestic market, price levels, industrial development, and the foreign trade balance. In the context of global economic instability, changes in international trade policy, and domestic challenges, there is a need to forecast import activity and its influencing factors.

Purpose. The purpose of this study is to model scenarios of development of Ukraine's import activity and influencing factors using Markov processes, which will help to determine the likely states of import activity and influencing factors and propose government regulation measures to minimise risks and maximise benefits.

Materials and methods. The research materials are: 1) data of the State Statistics Service of Ukraine; 2) works of the authors in the field of forecasting, which focus on the development of innovative approaches to data analysis,

modelling future economic and social processes, as well as creating reliable forecasting models.

In order to achieve this goal, the study involved modelling based on Markov processes, which is described by a system of Kolmogorov differential equations and a corresponding system of algebraic equations. The system of differential equations was solved using the Runge-Kutta numerical method, and the system of algebraic equations was solved using the Gauss-Laplace numerical method. The research methodology involved representing the import activity and the factors of influence in the form of a state graph, where each state of the system is clearly defined and mutually exclusive. Using the Kolmogorov system of differential equations, the probabilities of the system being in different states were calculated, which allowed forecasting future changes in import flows.

Results. The results of the calculations showed that import activity in the future may be in three different states ('very good', 'good' and 'satisfactory') with approximately the same probability of 28.57%, and for the factors of influence there is a high probability of being in the 'satisfactory' state in close proximity to the 'unsatisfactory' state, which is unacceptable and emphasises the need for constant monitoring and management of import activity and factors of influence to ensure stability and growth in the face of uncertainty. Based on the results of the forecast, the NBU has proposed state regulation measures to stabilise the current situation.

Discussion. Prospects for further research include expanding the range of analysed factors, introducing innovative approaches and technologies, and adapting to uncertainty and crisis situations.

Key words: *import activity, forecasting, factors of influence, Markov processes, static scenario, dynamic scenario.*

Постановка проблеми. Імпортна діяльність України є важливим елементом національної економіки, що впливає на стабільність

внутрішнього ринку, рівень цін, розвиток промисловості та зовнішньоторговельний баланс країни. У сучасних умовах глобальної економічної нестабільності, змін у торговельній політиці міжнародних партнерів, а також внутрішніх економічних та політичних викликів, виникає необхідність у прогнозуванні ймовірних станів імпортої діяльності та факторів впливу у перспективі, що сприятиме створенню стратегічних планів, які допоможуть зміцнити позиції України на міжнародних ринках у довгостроковій перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд наукової літератури з прогнозування демонструє широкий спектр методологічних підходів, кожен з яких має свої переваги та недоліки, оскільки вибір відповідного методу залежить від конкретних умов, доступності даних та специфіки задачі, що вирішується.

Так, М. В. Одрехівським та іншими співавторами [1] пропонується використовувати систему диференціальних рівнянь Колмогорова для оцінювання та прогнозування станів міжнародної інноваційної активності підприємств [1]. М. О. Юнацький [2] провів огляд сучасних методів прогнозування фінансового стану підприємства. О. М. Гарнага [3] розглянув методологічні аспекти аналізу та прогнозування в системі міжнародних економічних відносин. Огляду і класифікації основних моделей прогнозування часових рядів присвячена праця Ю. О. Андрусенко [4]. В. І. Литвиненко, О. А. Кожухівська, А. О. Фефелов [5] запропонували метод прогнозування гетероскедастичних процесів з використанням синтезованих поліноміальних нейронних мереж. О. В. Скакаліна [6] приводить методику короткострокового прогнозування економічних показників діяльності суб'єкта господарювання із застосуванням модифікації класичного алгоритму методу групового врахування аргументів у праці. Прогнозування ключових макроекономічних показників розвитку України з використанням математичних моделей здійснюють Т. О. Семененко і В. М. Домрачев [7].

М. В. Приймак, С. Ю. Прошин [8-9] у своїх працях проводять імітаційне моделювання реалізації періодичних ланцюгів Маркова, з використанням яких перевірено правильність методу оцінювання і доводять, що на його основі можуть бути розроблені методи прогнозування. У праці Пенг Л. (Peng L.) [10] представлено модель аналізу ефективності системи відстеження на основі теорії ланцюгів Маркова.

Незважаючи на широкий спектр досліджень, щодо прогнозування економічних процесів за допомогою різних методів і підходів, малодослідженим питанням залишається застосування марковських процесів для прогнозування стану імпортої діяльності України та факторів впливу.

Формулювання цілей статті. Основне завдання дослідження полягає у моделюванні сценаріїв розвитку імпортої діяльності та факторів впливу у перспективі за допомогою марковських процесів, визначенні їх ймовірних станів для мінімізації ризиків та максимізації вигоди з метою подальшого розроблення ефективних стратегій для управління ризиками й можливостями в умовах невизначеності.

Виклад основного матеріалу. Провівши аналізування стану імпортої діяльності України, ми можемо визначити поточні тенденції та виявити основні фактори, які впливають на цю сферу. Однак, щоб ефективно керувати імпортою діяльністю та приймати обґрунтовані рішення, важливо не лише розуміти поточний стан, але й прогнозувати майбутні зміни та можливі наслідки на основі наявних показників. Прогнозування дозволяє передбачити потенційні ризики та можливості, що виникають у зв'язку з коливанням економічних, політичних та ринкових умов, а також сприяє розробленню стратегічних планів, які допоможуть зміцнити позиції України на міжнародних ринках у довгостроковій перспективі.

Одним із потужних інструментів для такого прогнозування є марковські процеси, які дозволяють моделювати системи, що розвиваються у випадковий спосіб з часом. Марковські процеси відрізняються тим, що майбутній стан системи залежить лише від її поточного стану, без необхідності врахування минулого [11]. Це спрощує моделювання та дозволяє зосередитися на ключових показниках, які визначають динаміку імпортової діяльності. При використанні марковських процесів ми створюємо моделі, які враховують випадковість і невизначеність в імпортової діяльності, а також виявляють ймовірності переходу між різними станами системи, що дозволяє не лише прогнозувати майбутні зміни в імпортних потоках, але й розробити стратегії для управління ризиками і використання можливостей, що можуть виникнути.

Тобто, використання марковських процесів дозволяє оцінити ймовірності різних сценаріїв розвитку, виявити найважливіші фактори впливу та розробити стратегії, спрямовані на мінімізацію ризиків та максимізацію вигод, а також надають чітке розуміння ймовірнісних результатів на основі поточного стану системи, що є критично важливим для планування та адаптації імпортової діяльності та факторів впливу в умовах невизначеності.

Перевага застосування марковських процесів у прогнозуванні імпортової діяльності та факторів впливу полягає в значному розширенні можливостей традиційних методів аналізу економічних процесів, що дозволяє покращити точність прогнозів. Марковські процеси дають можливість моделювати імпортової діяльність як послідовність динамічних станів, де кожен стан відображає певний рівень активності або стабільності. Це дозволяє відстежувати зміни в економічних умовах і враховувати їхній вплив на майбутню імпортової активність, що є суттєвим кроком вперед порівняно з традиційними статистичними моделями, які враховують лише середні значення показників.

Для прогнозування відобразимо імпорتنу діяльність і фактори впливу у вигляді графа станів (рис. 1), де стани (S) – це різні можливі ситуації або умови, в яких може перебувати система в будь-який момент часу і кожен стан є чітко визначеним (з вказанням конкретного числового проміжку значень) і взаємовиключним, а λ_{ij} – інтенсивності переходу із стану « i » в стан « j »; $i, j = 1, 2, 3, 4$; $i \neq j$ (обчислюється підрахунком кількості переходів значення i -го показника у область j , які в подальшому вписуємо у матрицю Λ), опишемо системою диференціальних рівнянь Колмогорова (1) та відповідною системою алгебраїчних рівнянь (2), де P_i – імовірності станів S_i , $i = 1, 2, 3, 4$ (обчислюється підрахунком кількості попадань показника у кожен стан, з подальшим його діленням по кожному стану на загальну кількість значень показника – це будуть початкові умови для обчислення).

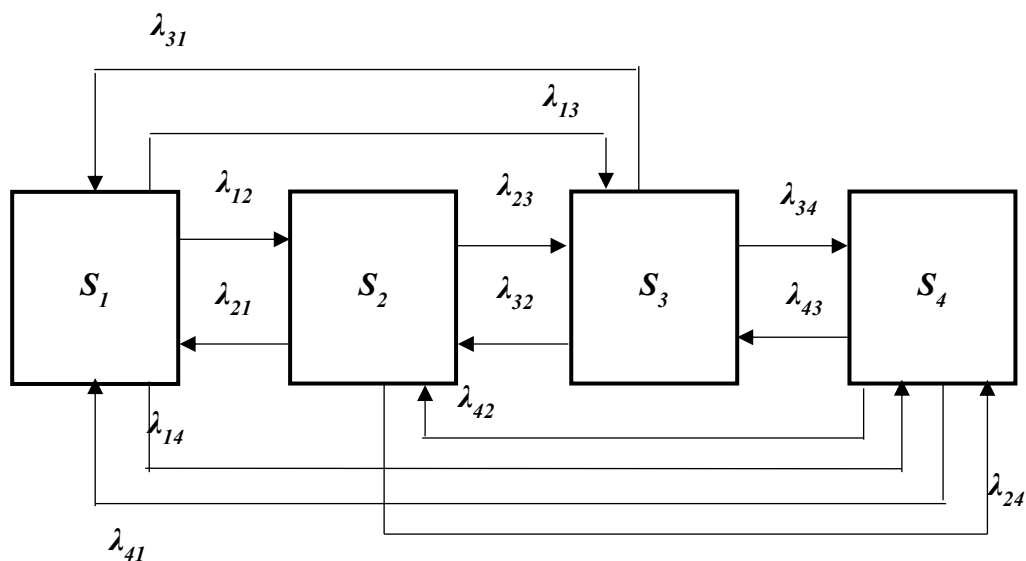


Рис. 1. Граф станів імпорتنної діяльності та факторів впливу

Джерело: розроблено авторами на основі [1; 8; 9; 11]

$$\begin{aligned} dP_1/dt &= -(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}) \cdot P_1 + \lambda_{21} \cdot P_2 + \lambda_{31} \cdot P_3 + \lambda_{41} \cdot P_4; \\ dP_2/dt &= \lambda_{12} \cdot P_1 - (\lambda_{21} + \lambda_{23} + \lambda_{24}) \cdot P_2 + \lambda_{32} \cdot P_3 + \lambda_{42} \cdot P_4; \\ dP_3/dt &= \lambda_{13} \cdot P_1 + \lambda_{23} \cdot P_2 - (\lambda_{31} + \lambda_{32} + \lambda_{34}) \cdot P_3 + \lambda_{43} \cdot P_4; \\ dP_4/dt &= \lambda_{14} \cdot P_1 + \lambda_{24} \cdot P_2 + \lambda_{34} \cdot P_3 - (\lambda_{41} + \lambda_{42} + \lambda_{43}) \cdot P_4 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}-(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}) \cdot P_1 + \lambda_{21} \cdot P_2 + \lambda_{31} \cdot P_3 + \lambda_{41} \cdot P_4 &= 0; \\ \lambda_{12} \cdot P_1 - (\lambda_{21} + \lambda_{23} + \lambda_{24}) \cdot P_2 + \lambda_{32} \cdot P_3 + \lambda_{42} \cdot P_4 &= 0; \\ \lambda_{13} \cdot P_1 + \lambda_{23} \cdot P_2 - (\lambda_{31} + \lambda_{32} + \lambda_{34}) \cdot P_3 + \lambda_{43} \cdot P_4 &= 0; \\ \lambda_{14} \cdot P_1 + \lambda_{24} \cdot P_2 + \lambda_{34} \cdot P_3 - (\lambda_{41} + \lambda_{42} + \lambda_{43}) \cdot P_4 &= 0;\end{aligned}\tag{2}$$

де P_i – імовірності станів S_i , $i = 1, 2, 3, 4$

λ_{ij} – інтенсивності переходу із стану i в стан j ; $i, j = 1, 2, 3, 4$; $i \neq j$.

Значення інтенсивності переходів із стану в стан, які отримані у процесі спостереження ми подали у вигляді матриці Λ (3).

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 0 & \lambda_{12} & \lambda_{13} & \lambda_{14} \\ \lambda_{21} & 0 & \lambda_{23} & \lambda_{24} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & 0 & \lambda_{34} \\ \lambda_{41} & \lambda_{42} & \lambda_{43} & 0 \end{pmatrix}.\tag{3}$$

Використання системи диференціальних рівнянь (1), її розв'язування, розробленими на основі чисельного методу Рунге-Кутта четвертого порядку, програмними засобами, дозволяє досліджувати динаміку ймовірностей станів. Розв'язування з допомогою чисельного методу Гауса-Лапласа та розроблених на його основі програмних засобів, системи алгебраїчних рівнянь (2), дозволяє отримувати значення ймовірностей станів у стаціонарному режимі і, таким чином, їх прогнозувати та підтримувати процеси прийняття та реалізації управлінських рішень [1].

Як ми уже зазначали, збільшення імпорту не є однозначно позитивною чи негативною тенденцією. Його вплив залежить від конкретних умов і політики країни. Важливо, щоб країна забезпечувала збалансований підхід до торгівлі, розвивала власне виробництво та інфраструктуру, а також проводила політику спрямовану на мінімізацію негативних наслідків і максимізацію переваг від імпортової діяльності, що, на жаль, у нашій країні відбувається не дуже вдало, про що свідчить негативне торговельне сальдо. Враховуючи те, що військові дії у нашій

країні продовжуються і надалі та кожен день супроводжується додатковими руйнуваннями виробничих та інфраструктурних об'єктів, ми розуміємо, що без імпорту в даній ситуації нам не обійтись і він в ближній перспективі тільки збільшуватиметься, а експорт зменшуватиметься, але ми маємо розуміти, що для того, щоб країна мала міцну економіку має бути баланс між імпортом і експортом, зокрема, має бути позитивне торговельне сальдо. Саме тому, зменшення обсягу імпорту ми вважаємо умовно позитивною тенденцією, і відповідно збільшення – як умовно негативну.

Виходячи з наведених вище тверджень, ми виділили чотири стани імпоротної діяльності (S1 – дуже добре, S2 – добре, S3 – задовільно та S4 – незадовільно), кожному з яких присвоїли певний проміжок числових значень. Нижня межа стану S1 – це мінімальне значення показника імпорту, а верхня розраховується, як сума мінімального значення показника імпорту та різниці між максимальним і мінімальним значення імпорту товарів та послуг за період 2012-2022 рр. розділеного на три. Відповідно нижня межа стану S2 це верхня межа стану S1, а верхня розраховується сумуванням нижньої межі стану S2 та різниці між максимальним і мінімальним значенням імпорту товарів та послуг за досліджуваний період розділеного на три і т. д. В результаті проведених розрахунків, на базі статистичних даних [12], за методикою, описаною вище, ми отримали вихідні дані (табл. 1) для виявлення найбільш ймовірних станів імпоротної діяльності в перспективі (Рис. 1).

У ході розрахунків було проведено 344 ітерації для досягнення заданої точності інтегрування в 0,001, яка і отримана, що свідчить про високу точність обчислень. Крок інтегрування становив 0,01. Розподіл ймовірностей для статичного сценарію виявив наступні результати:

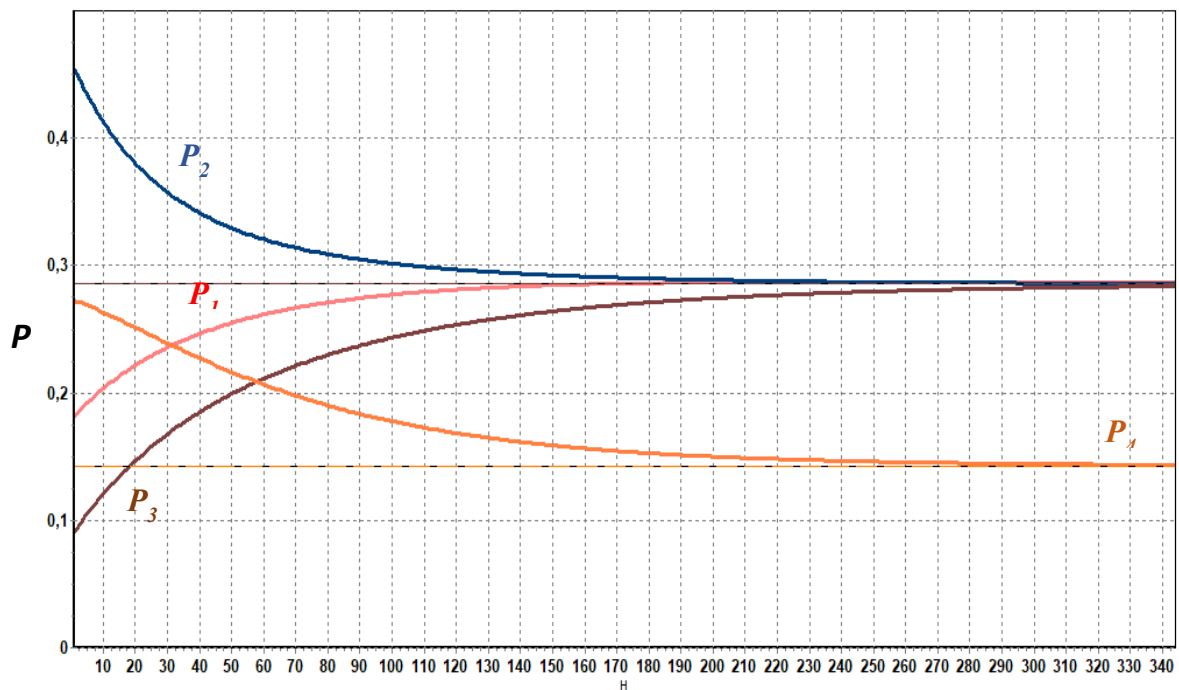
стан 1 (дуже добре) – 28,57 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці зросла з 18,18 % до 28,72 %;

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку найбільш ймовірних станів імпортої діяльності в перспективі

Стани	Умов не позначення стану	Область значень показника "імпорт" для кожного стану S, млн.дол. США		n – скільки разів значення попадало в область (стан)	Початкові умови для різних станів $P=n/N$	Матриця переходів				
		Мінімальне, млн.дол. США	Максимальне, млн.дол. США			S	S1	S2	S3	S4
дуже добре	S1	42976	54675,65	2	0,1818	S1	0	1	0	0
добре	S2	54675,65	66375,3	5	0,4545	S2	1	0	1	1
задовільно	S3	66375,3	78074,95	1	0,0909	S3	0	1	0	0
незадовільно	S4	78074,95	89774,6	3	0,2727	S4	0	2	0	0

Джерело: розраховано авторами



H – кроки інтегрування (час)

Рис. 1. Динамічні та статичні характеристики станів імпортої діяльності України

Джерело: побудовано авторами

стан 2 (добре) – 28,57%, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці зменшилася з 45,45 % до 28,60 %;

стан 3 (задовільно) – 28,57 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці зросла з 9,09 % до 28,37 %;

стан 4 (незадовільно) – 14,29 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці зменшилася з 27,27 % до 14,36 %.

Ці значення вказують на те, що найбільша ймовірність для системи бути у станах 1, 2 або 3, і найменша – у стані 4.

Слід зауважити, що для динамічного сценарію ймовірності переходів змінюються з кожною ітерацією. З кожною наступною ітерацією відбувається перерозподіл ймовірностей, що відображає зміну динаміки системи, і з часом система наближається до рівноважного стану, в якому ймовірності для різних станів стають стабільними і менш коливаються.

Прогнозування показало, що імпортна діяльність може знаходитись у трьох різних станах ("дуже добре", "добре" та "задовільно") з приблизно однаковою ймовірністю (28,57 %) через динамічні зміни та адаптивність системи. Це пояснюється тим, що система має кілька стабільних станів, які є майже однаково ймовірними і свідчить про відсутність одного домінуючого стану. Враховуючи інтенсивність переходів із стану в стан, можна зробити висновок, що імпортна діяльність підпадає під вплив багатьох факторів, які змінюються з часом, що робить систему досить динамічною та здатною переходити між різними станами залежно від змін цих факторів. Ймовірність перебування у станах "дуже добре" і "задовільно" зросла, що свідчить про потенціал стабілізації в цих станах, в результаті певних заходів чи стратегій, спрямованих на покращення імпортої діяльності. З часом система наближається до рівноважного стану, де ймовірності для різних станів стають стабільними та менше коливаються і це означає, що система має тенденцію до стабілізації в трьох основних станах ("дуже добре", "добре" і "задовільно"). Це підкреслює важливість

моніторингу і управління імпортною діяльністю, щоб забезпечити стабільність та покращення у довгостроковій перспективі. Хочемо наголосити, що при плануванні також необхідно враховувати ризики переходу в небажані стани, навіть ті, що мають низькі ймовірності і планування заходів для мінімізації таких ризиків є важливою складовою управління імпортною діяльністю.

Оскільки на імпорту діяльність впливає багато різноманітних факторів, які також змінюються в часі, наступний етап нашого дослідження передбачає моделювання та прогнозування цих факторів (показників).

Для прогнозування ми обрали фактори (показники), які прямо чи опосередковано впливають на імпорту діяльність в Україні, зокрема, це – експорт, ВВП України, середньомісячна заробітна плата в Україні, капітальні інвестиції, частка витрат на виконання наукових досліджень і розробок у ВВП, кількість суб'єктів господарювання, кількість зайнятих працівників на цих суб'єктах господарювання, населення України, індекс споживчих цін, кредити надані депозитними корпораціями (банками) резидентам, рентабельність операційної діяльності.

Оскільки факторів впливу багато, ми прогнозуємо їх сукупну поведінку, а для кожного з них також присвоюємо стани від S1 до S4 за принципом, як і для імпортої діяльності, тобто, нижня межа стану S1 – це мінімальне значення досліджуваного показника, а верхня – розраховується як сума мінімального значення досліджуваного показника та різниці між максимальним і мінімальним значенням цього ж показника за період 2012-2022 рр. розділеного на три. Відповідно нижня межа стану S2 це верхня межа стану S1, а верхня розраховується сумуванням нижньої межі стану S2 та різниці між максимальним і мінімальним значенням досліджуваного показника за аналогічний період, розділеного на три і т. д. В подальшому сумуємо однакові стани по всій сукупності досліджуваних факторів і на їх основі проводимо подальші розрахунки, де стан S1 – незадовільно, S2 –

задовільно, S3 – добре та S4 – дуже добре. В результаті проведених розрахунків на базі статистичних даних за період 2012-2022 рр. [12] за методикою, описаною вище, ми отримали вихідні дані (табл. 2) для виявлення найбільш ймовірних станів досліджуваних показників у перспективі (Рис. 2).

Таблиця 2

**Вихідні дані для розрахунку найбільш ймовірних станів факторів
впливу на імпорتنу діяльність в перспективі**

Стани	Умовне позначення стану	n – скільки разів значення попадало в область (стан)	Початкові умови для різних станів $P=n/N$	Матриця переходів				
				S	S1	S2	S3	S4
незадовільно	S1	27	0,2231	S1	0	8	1	0
задовільно	S2	25	0,2066	S2	5	0	5	4
добре	S3	32	0,2644	S3	4	4	0	10
дуже добре	S4	37	0,3057	S4	1	5	13	0

Джерело: розраховано авторами

У ході розрахунків було проведено 344 ітерації для досягнення заданої точності інтегрування в 0,001, яка і отримана, що свідчить про високу точність обчислень. Крок інтегрування становив 0,01.

Ймовірності для статичного сценарію розподіляються наступним чином:

стан 1 (незадовільно) – 28,80 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці має зростання з 22,31 % до 28,67 %;

стан 2 (задовільно) – 29,65 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці зросла з 20,66 % до 29,59 %;

стан 3 (добре) – 23,14 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці має незначне падіння з 26,44 % до 23,24 %;

стан 4 (дуже добре) – 18,42 %, при цьому ймовірність перебування у цьому стані в динаміці знизилась з 30,58 % до 18,51 %;

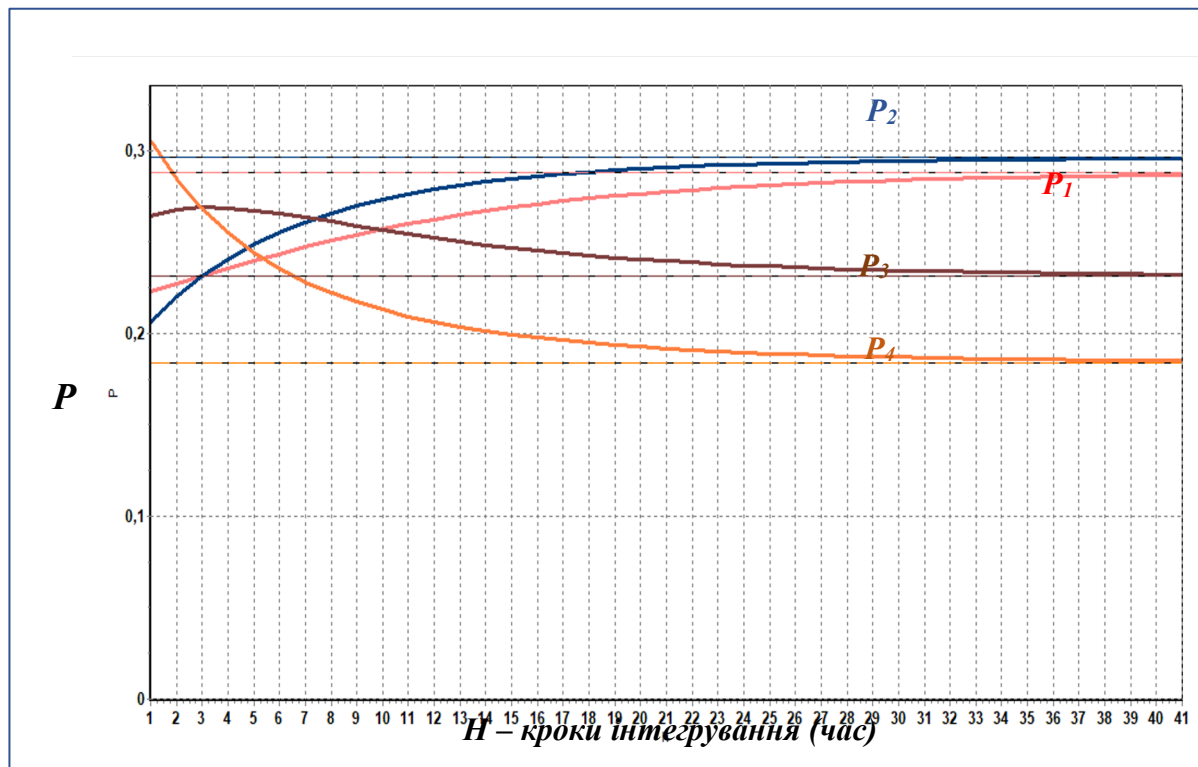


Рис. 2. Динамічні та статичні характеристики станів факторів, які впливають на імпорتنу діяльність

Джерело: побудовано авторами

Ці значення вказують на те, що найбільша ймовірність для системи бути у стані 2 (задовільно), і найменша – у стані 4 (дуже добре).

Для динамічного сценарію ймовірності переходів змінюються з кожною ітерацією, але з часом система наближається до рівноважного стану, в якому ймовірності для різних станів стають стабільними і менше коливаються.

Проведене аналізування показує, що динамічний підхід до розрахунків дозволяє врахувати зміну ймовірностей переходів між станами з часом, що є корисним для розуміння поведінки складних систем у різних сценаріях. Статичний підхід дає уявлення про середні ймовірності переходів, що є корисним для загального аналізу системи.

Результати розрахунків показують, що є висока ймовірність перебування факторів у стані 2 (задовільно) у дуже великій близькості до стану незадовільно, що є просто неприйнятним, а тому необхідно більше інвестувати в процеси та ресурси, які можуть зміцнити задовільний стан, одночасно працюючи над підвищенням ймовірностей для станів 3 (добре) та 4 (дуже добре). Для цього потрібно регулярно моніторити зміни ймовірностей переходів між станами, що допоможе вчасно реагувати на зміни та адаптувати стратегії, щоб уникнути погіршення показників або, навпаки, використати можливості для покращення. Необхідно розробити заходи для мінімізації ризиків переходу у стан 1 (незадовільно) ймовірність переходу в який лише на 0,85 % менша ніж у стан 2 (задовільно), які включають в себе детальний аналіз причин, які призводять до цього стану, та вжиття заходів для їх усунення.

Співставляючи динамічні та статичні характеристики станів імпортової діяльності України (рис. 1) і динамічні та статичні характеристики станів факторів, які впливають на імпорту діяльність (рис. 2), можна помітити, що зниження показника імпортової діяльності супроводжується зниженням значень факторів, які впливають на імпорту діяльність, що є негативним явищем, і вимагає рішень для зміни цієї залежності.

Як відомо, наша країна є імпортозалежною країною і при цьому прослідковується залежність імпорту від експорту, тобто, при зростанні імпорту зростає також експорт і навпаки. Це пов'язано з тим, що імпорт часто включає в себе товари, необхідні для виробництва продукції, яка потім експортується. Отже, зниження імпорту, що є відносно позитивним явищем, при теперішніх умовах, автоматично призводить до зменшення експорту і зниження ряду важливих показників економічного стану країни, що є негативним явищем. Для зміни цієї негативної закономірності ми пропонуємо на рівні держави вжити ряд комплексних заходів.

По-перше, варто сприяти розвитку внутрішнього виробництва, де це доцільно з економічної точки зору, та зменшенню залежності від імпорту шляхом інвестицій у високотехнологічні галузі та інноваційні проекти, що включає підтримку малого та середнього бізнесу, стимулювання виробництва товарів із доданою вартістю та розвиток агропромислового комплексу.

По-друге, потрібно сприяти диверсифікації експортної структури. Необхідно шукати нові ринки збуту та розвивати експортні можливості для українських підприємств, зокрема в секторах ІТ, машинобудування, харчової промисловості та послуг. Важливо проводити активну зовнішньоекономічну політику та укладати нові торговельні угоди.

По-третє, варто працювати над покращенням бізнес-клімату в країні. Зменшення рівня корупції, реформування податкової системи, покращення умов для інвестицій та захист прав власності допоможуть створити сприятливі умови для ведення бізнесу і залучення іноземних інвестицій.

По-четверте, необхідно розвивати інфраструктуру, яка підтримуватиме експорт та внутрішню логістику. Інвестиції у транспортні мережі, модернізація портів, аеропортів і залізниць сприятимуть зниженню витрат на транспортування та підвищенню конкурентоспроможності українських товарів на світовому ринку.

По-п'яте, націлити роботу дипломатичних структур України на ухвалення низки договорів з різними державами щодо посилення зацікавленості в українському експорті та залучення сучасних технологій для зменшення залежності від імпорту.

Зміна цих тенденцій вимагатиме зусиль з боку держави, бізнесу та суспільства, але це можливо за умови реалізації ефективних економічних реформ і стратегічних ініціатив.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Дослідження підтверджує, що імпортна діяльність України є складною та динамічною

системою, яка піддається впливу численних економічних, політичних та соціальних факторів. Проведений аналіз показав, що прогнозування імпорتنих потоків за допомогою марковських процесів дозволяє визначити ймовірні сценарії розвитку та оцінити ризики, пов'язані з коливаннями на світових ринках та внутрішніми змінами. Згідно з отриманими результатами, найбільша ймовірність для системи перебувати в станах "дуже добре", "добре" та "задовільно", що вказує на адаптивність імпоротної діяльності в Україні. Моделювання і прогнозування факторів впливу на імпорتنу діяльність у вигляді сукупності окремих показників показало, що є висока ймовірність перебування факторів у задовільному стані. Однак, існує також ризик переходу в менш сприятливі стани, що підкреслює необхідність розроблення стратегій для управління ризиками. Результати прогнозування також показують, що імпортна діяльність може залишатися стабільною за умови відповідного управління і своєчасного реагування на зміни. Основними викликами залишаються невизначеність на міжнародних ринках та внутрішні економічні труднощі, які суттєво впливають на структуру імпорту. Тому, для зміцнення позицій України на міжнародних ринках необхідно продовжувати інвестувати в розвиток внутрішнього виробництва, модернізацію інфраструктури та підтримку наукових досліджень. Запропоновані моделі та прогнози можуть бути корисними для розроблення державних політик і стратегій, спрямованих на підвищення ефективності імпоротної діяльності та мінімізацію негативних наслідків. Урахування ймовірностей переходів між станами дозволить приймати обґрунтовані рішення та адаптувати стратегії відповідно до змінних умов, що сприятиме стабільному розвитку національної економіки.

Перспективи подальших досліджень є досить широкими і включають розширення спектра аналізованих факторів, впровадження інноваційних підходів і технологій, а також адаптацію до умов невизначеності і кризових

ситуацій. Це дозволить не тільки краще розуміти майбутні виклики, але й ефективніше управляти імпортною діяльністю на національному рівні.

Література

1. Odrekhivskyi M., Kuzmin O., Pshyk-Kovalska O., Zhezhukha V. Intelligent Information System for Controlling International Innovation Activities of an Enterprise. *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications. Studies in Systems, Decision and Control*. 2023. Vol. 462. P. 81-97.
2. Юнацький М. О. Огляд сучасних методів прогнозування фінансового стану підприємства. *Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка»*. 2018. № 4.
3. Гарнага О. М. Аналіз і прогнозування в системі міжнародних економічних відносин. *Вісник НУБГП*. 2021. № 2 (94). С. 21-30.
4. Андрусенко Ю. О. Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2020. № 3 (65). С. 91-96.
5. Литвиненко В. І., Кожухівська О. А., Фефелов А. О. Метод прогнозування гетероскедастичних процесів з використанням синтезованих поліноміальних нейронних мереж. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Інформаційні системи та мережі : збірник наукових праць*. 2015. № 829. С. 201–214.
6. Скакаліна О. В. Алгоритми методу групового врахування аргументів при короткостроковому прогнозуванні. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2015. Вип. 1 (90). С. 18–26.
7. Семененко Т. О., Домрачев В. М. Прогнозування динаміки макроекономічних показників. *Вісник СумДУ, Серія «Економіка»*. 2019. № 3. С. 110-116.

8. Приймак М. В., Прошин С. Ю. Елементи однорідності для періодичних ланцюгів Маркова. *Вісник ТДТУ*. 2009. Том 14, № 2. С. 114-123.
9. Приймак М. В., Прошин С. Ю. Оцінка матриць переходів періодичних ланцюгів Маркова. *Електротехніка та системи управління*. 2009. № 3(21). С. 26-33.
10. Peng L. Research on Complexity Model of Important Product Traceability Efficiency Based on Markov Chain. *Procedia Computer Science*. 2020. № 166. P. 456-462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.065>.
11. Feller W. An introduction to probability theory and its applications. Vol. 1. New York – Chichester – Brisbane – Toronto: John Wiley and Sons Inc., 1970. 527 p.
12. *Державна служба статистики України*. URL: <https://ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 05.08.2024).

References

1. Odrekhiivskyi M., Kuzmin O., Pshyk-Kovalska O., Zhezhukha V. (2023). Intelligent Information System for Controlling International Innovation Activities of an Enterprise. *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications. Studies in Systems, Decision and Control*. Vol. 462. pp. 81-97.
2. Yunats'kyi M. O. (2018). Ohlyad suchasnykh metodiv prohozuvannya finansovoho stanu pidpryyemstva [Overview of modern methods of forecasting the financial state of the enterprise]. *Elektronne naukove fakhove vydannya «Efektyvna ekonomika»*. № 4 [in Ukrainian].
3. Harnaha O. M. (2021). Analiz i prohozuvannya v systemi mizhnarodnykh ekonomichnykh vidnosyn [Analysis and forecasting in the system of international economic relations]. *Visnyk NUVHP*. № 2 (94). pp. 21-30 [in Ukrainian].

4. Andrusenko YU. O. (2020). Analiz osnovnykh modeley prohnouzuvannya chasovykh ryadiv [Analysis of basic time series forecasting models]. *Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivs'koho natsional'noho universytetu Povitryanykh Syl*. № 3 (65). pp. 91-96 [in Ukrainian].
5. Lytvynenko V. I., Kozhukhiv's'ka O. A., Fefelov A. O. (2015). Metod prohnouzuvannya heteroskedastychnykh protsesiv z vykorystanniam syntezyovanykh polinomial'nykh neyronnykh merezh [Method of forecasting heteroskedastic processes using synthesized polynomial neural networks]. *Visnyk Natsional'noho universytetu "L'vivs'ka politekhnika". Seriya: Informatsiyni systemy ta merezhi: zbirnyk naukovykh prats*. № 829. pp. 201–214 [in Ukrainian].
6. Skakalina O. V. (2015). Alhorytmy metodu hrupovoho vrakhuvannya arhumentiv pry korotkostrokovomu prohnouzuvanni [Algorithms of the method of group consideration of arguments in short-term forecasting]. *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads'koho*. Vyp. 1 (90). pp. 18–26 [in Ukrainian].
7. Semenenko T. O., Domrachev V. M. (2019). Prohnouzuvannya dynamiky makroekonomichnykh pokaznykiv [Forecasting the dynamics of macroeconomic indicators]. *Visnyk SumDU, Seriya «Ekonomika»*. № 3. pp. 110-116 [in Ukrainian].
8. Pryymak M. V., Proshyn S. YU. (2009). Elementy odnoridnosti dlya periodychnykh lantsyuhiv Markova [Homogeneity elements for periodic Markov chains]. *Visnyk TDTU*. Tom 14, № 2. pp. 114-123 [in Ukrainian].
9. Pryymak M. V., Proshyn S. YU. (2009). Otsinka matryts' perekhodiv periodychnykh lantsyuhiv Markova [Estimation of transition matrices of periodic Markov chains]. *Elektrotekhnika ta systemy upravlinnya*. № 3(21). pp. 26-33 [in Ukrainian].
10. Peng L. (2020). Research on Complexity Model of Important Product Traceability Efficiency Based on Markov Chain. *Procedia Computer Science*. № 166. pp. 456-462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.065>.

11. Feller W. (1970). An introduction to probability theory and its applications. Vol. 1. New York – Chichester – Brisbane – Toronto: John Wiley and Sons Inc. 527 p.

12. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny – State Statistics Service of Ukraine*. URL: <https://ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].