

УДК 658.7:519.86

Білуха Михайло,  
здобувач ступеня доктора філософії зі спеціальності 075 Маркетинг,  
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка,  
м. Суми, ORCID ID 0009-0004-7847-692X,  
e-mail: [mbeluha@ukr.net](mailto:mbeluha@ukr.net)

Петриченко Анна,  
здобувач першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти зі спеціальності 051 Економіка,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
м. Київ, ORCID ID 0009-0002-4476-753X,  
e-mail: [annapetrychenko89@gmail.com](mailto:annapetrychenko89@gmail.com)

<https://doi.org/10.29038/2786-4618-2024-02-134-144>

## ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ДИСТРИБУЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ

**Вступ.** Постійне зростання конкуренції та швидкі зміни ринкових умов змушують різних суб'єктів господарювання шукати ефективніші способи управління дистрибуцією товарів. У цьому контексті економетричні моделі стають незамінним інструментом для аналізу та прогнозування, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення, оптимізувати логістичні процеси та мінімізувати витрати.

**Мета.** Метою статті є обґрунтування ефективних економетричних моделей управління дистрибуцією товарів для оптимізації процесів постачання, збуту та максимізації прибутку виробників, роздрібних продавців та інших учасників каналів розподілення.

**Методи.** Теоретичну та методологічну основу дослідження становлять роботи вітчизняних і зарубіжних учених у сфері впровадження економетричних моделей для управління бізнес-процесами, у т.ч. дистрибуцією. Інформаційну базу становлять наукова, економічна та довідкова література, роботи провідних вітчизняних та зарубіжних вчених, методичні матеріали, інформаційні портали, періодичні видання України. Використано сукупність методів і підходів: системного аналізу – при дослідженні ролі та значення економетричних моделей для дистрибуції товарів, встановлення їх особливостей; методи аналізу та синтезу – при аналізі та систематизації економетричних моделей і встановлення переваг та обмежень їх застосування для дистрибуції товарів.

**Результати.** У роботі досліджено роль та значення економетричних моделей для дистрибуції товарів. Розглянуто підходи, як ці моделі можуть стати ключовим інструментом у розв'язанні завдань оптимізації, адаптації до мінливих ринкових умов, та забезпеченні конкурентоспроможності у світі, де стратегії дистрибуції перетворюються в стратегічні переваги. Встановлено переваги та обмеження у застосуванні таких моделей: проста лінійна чи нелінійна модель попиту; авторегресійна модель часових рядів ARIMA; експоненційно згладжувана модель ETS; модель транспортної задачі; Vehicle Routing Problem (VRP); задача комівояжера (TSP); orienteering problem; conjoint analysis.

**Висновки.** На основі порівняльного аналізу ключових аспектів використання економетричних моделей для дистрибуції товарів конкретизовано їх специфічні аспекти залежно від реалізації конкретних завдань і потреб суб'єкта господарювання. Виділено основні переваги застосування економетричних моделей в дистрибуції, які передусім надають можливість ефективно враховувати велику кількість факторів, що впливають на дистрибуційні процеси, а також окремі обмеження їх використання. Так, серед основних вигід можна виокремити здійснення більш точного прогнозу попиту, що дозволяє оптимізувати запаси та витрати на управління ланцюгом постачання, а також стратегії розміщення складів, вибору маршрутів доставки тощо.

**Ключові слова:** економетричні моделі, дистрибуція товарів, управління ланцюгами постачання, оптимізація дистрибуційних процесів

Bilukha Mykhailo,  
Ph.D student,  
Specialty 075 Marketing,  
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko,  
Sumy

Petrychenko Anna,  
Bachelor's Degree Student,  
Specialty 051 Economics,  
Taras Shevchenko National University of Kyiv

## USING ECONOMETRIC MODELS FOR MANAGING DISTRIBUTION PROCESSES

**Introduction.** The constant increase in competition and rapid changes in market conditions compel various business entities to seek more efficient ways to manage the distribution of goods. In this context, econometric models become an indispensable tool for analysis and forecasting, enabling informed decision-making, optimization of logistics processes, and cost minimization.

**Objective.** The aim of this article is to substantiate effective econometric models for managing the distribution of goods to optimize supply processes, sales, and maximize profits for manufacturers, retailers, and other participants in distribution channels.

**Methods.** The theoretical and methodological basis of the research consists of works by domestic and foreign scientists on the implementation of econometric models for managing business processes, including distribution. The informational basis includes scientific, economic, and reference literature, works of leading domestic and foreign scientists, methodological materials, information portals, and periodicals of Ukraine. A set of methods and approaches were used: system analysis – for studying the role and significance of econometric models for goods distribution and identifying their features; methods of analysis and synthesis – for analyzing and systematizing econometric models and determining the advantages and limitations of their application for goods distribution.

**Results.** The study investigates the role and significance of econometric models for goods distribution. It examines how these models can become a key tool in solving optimization tasks, adapting to changing market conditions, and ensuring competitiveness in a world where distribution strategies turn into strategic advantages. The advantages and limitations of applying such models are identified: simple linear or nonlinear demand models; time series autoregressive model ARIMA; exponentially smoothed model ETS; transportation problem model; Vehicle Routing Problem (VRP); Traveling Salesman Problem (TSP); orienteering problem; conjoint analysis.

**Conclusions.** Based on a comparative analysis of the key aspects of using econometric models for goods distribution, their specific aspects depending on the implementation of particular tasks and needs of the business entity are detailed. The main advantages of applying econometric models in distribution are highlighted, primarily providing the ability to effectively consider a large number of factors affecting distribution processes, along with certain limitations of their use. Among the main benefits are more accurate demand forecasting, which allows for optimizing inventories and supply chain management costs, as well as strategies for warehouse placement, route selection for delivery, etc.

**Keywords:** econometric models, distribution of goods, supply chain management, optimization of distribution processes

**Постановка проблеми.** Сучасні суб'єкти господарювання стикаються з рядом викликів, які визначені стрімким розвитком технологій, глобалізацією ринків, зростанням конкуренції та очікуваннями споживачів. Одним із вирішальних факторів успіху у такій ситуації на ринку є ефективне управління дистрибуцією товарів. Саме тому питання максимізації продуктивності та оптимізації ланцюгів постачання є основоположними для будь-якого бізнесу. Крім того, з огляду на динамічність ринкових умов та постійне зростання вимог споживачів, суб'єкти господарювання змушені шукати нові підходи до оптимізації логістичних процесів та управління ланцюгами поставок. Одним із таких підходів є використання економетричних моделей, які дозволяють глибше аналізувати та прогнозувати різноманітні аспекти дистрибуції товарів. Адже економетричні моделі є потужним інструментом для вивчення взаємозв'язків між різними економічними змінними, що впливають на процес дистрибуції. Вони дозволяють не лише аналізувати минулі дані, але й прогнозувати майбутні тенденції, що є надзвичайно важливим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Завдяки застосуванню таких моделей можливо оцінити вплив різних факторів на ефективність дистрибуції, розробити стратегії оптимізації логістичних процесів та мінімізувати витрати.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженням проблем забезпечення ефективного впровадження економетричних методів та моделей у діяльність суб'єктів господарювання, а

також їх використання займалося широке коло дослідників, до числа яких входять: Козьменко О.В. [4], Лугінін О.Є. [6], Назаренко О.М. [9], Чебанова О.П., Волохов А. [10], Головіна О. [3] та ін. Крім того, варто зауважити значний вклад науковців щодо досліджень особливостей економіко-математичного моделювання у виробничих системах, що викладені в працях: Ендрюс Д. [13], Койценкампф Х. та Магнус Дж. [17], МакКі-Мейсон Дж.К. [20], Kim S. T., Lee H.-H., Hwang T. [18], Deroussi L., Grangeon N., Norre S. [15], Wang Y., Guo Z., Zhang Y., Hu X., Xiao J. [27], Wilson, J. [28] та ін. Також слід відзначити вчених світового та українського рівнів, які сформували теоретичні засади щодо закономірностей розвитку і принципів організації дистрибуції товарів: Балабанова Л. В., Германчук А.М. [1], Біловодська О.А. [2], Крикавський Є.В. [5], Мальчик М. В., Толчанова З. О. [7], Міщук І. П., [8] та ін.

**Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми.** Сучасні суб'єкти господарювання стикаються з рядом викликів внаслідок глобалізації та активного впровадження передових технологій, що потребує глибшого дослідження специфічних аспектів впровадження та використання економетричних моделей в економіко-математичному плануванні виробничої діяльності та дистрибуції товарів. З цих позицій метою даної роботи є обґрунтування ефективних економетричних моделей управління дистрибуцією товарів для оптимізації процесів постачання, збуту та максимізації прибутку виробників, роздрібних продавців та інших учасників каналів розподілення.

**Виклад основного матеріалу.** Економетрика — це галузь економіки, яка використовує статистичні методи, математичні моделі та обчислювальні методи для аналізу та кількісного визначення економічних відносин, перевірки економічних теорій і прогнозування економічних явищ. поєднує в собі економічну теорію, математику та статистичні інструменти для отримання емпіричних висновків із даних реального світу. Економетрика має на меті забезпечити систематичну та сувору основу для вивчення економічної поведінки та розуміння основних зв'язків між різними економічними змінними [23]. Економетрична модель — це спрощена версія процесу реального світу, яка пояснює складні явища. За моделлю ми знаходимо застосування економічної теорії, математичну форму та використання статистичних інструментів для дослідження моделі. Таким чином, економетрична модель складається з:

- набору рівнянь, отриманих з економічної теорії та математичної моделі, статистичних інструментів, тобто регресії;
- інформації про спостережувані змінні та збурення;
- заяви про помилки в спостережуваних значеннях змінних;
- інформацію про розподіл ймовірностей збурень [22].

Економетричні моделі використовуються для представлення економічних теорій і гіпотез у формальній математичній структурі. Потім ці моделі перевіряються з використанням емпіричних даних для визначення достовірності та значущості взаємозв'язків економічними теоріями [23]. З даного визначення стає зрозуміло, що дані моделі також можуть бути використані для аналізу та оптимізації процесів дистрибуції товарів.

Дистриб'ютори – це офіційні представники виробника у певному регіоні. Вони знаходяться у ланцюгу одразу за виробником, а головними їх функціями є пошук шляхів для зростання обсягу продажу, просування та розкручування товарів та іноді – гарантійне обслуговування. Дистриб'ютори несуть відповідальність за виконання норми продажу перед виробником, а перед споживачами – за якість товару та його вчасну доставку.

Потреба у каналі дистрибуції зазвичай виникає в момент, коли обсяги виробництва зростають, розширюється географія клієнтів і суб'єктам господарювання стає не вигідно займатися самостійними продажами та доставкою. Головна мета дистрибуції – зробити товар чи послугу якомога доступнішими для кінцевих споживачів.

У даному процесі економетричні моделі та методи можуть бути використані для оцінки попиту на товари в різних регіонах та серед різних груп споживачів, прогнозування обсягів продажів у різних точках, оптимізації ланцюга постачання, аналізу ефективності каналів розподілення, ціноутворення та знижок, ефективності рекламних кампаній та маркетингових заходів. Загалом, економетричні

моделі дозволяють більш точно аналізувати та прогнозувати ринкові тенденції, що сприяє ефективнішій роботі та збільшенню прибутку. Коім вирішення цих завдань, у дистриб'юторів може виникнути потреба у проектуванні нової або реорганізації існуючої дистрибутивної системи, яка може бути викликана зміною вподобань споживачів відносно попиту або рівня обслуговування; появою нових клієнтів; зміною товарної спеціалізації; появою нових ринків збуту; зміною форми власності або виду діяльності суб'єктів господарювання; зміною політики збуту; оптимізацією логістичних витрат тощо. З цим також допоможуть впоратися економетричні моделі [11].

Для кожного з описаних завдань можна підібрати найбільш ефективну модель. Наприклад, для оцінки попиту на окремі види товару підійде модель простого лінійного чи нелінійного попиту, така як логарифмічна функція попиту, або сезонні моделі, такі як модель авторегресії зі змінним коефіцієнтом.

Для того, щоб спрогнозувати обсяги продажів доречно використати авторегресійні моделі часових рядів (ARIMA) або експоненційно згладжувані моделі (ETS).

Моделі ARIMA є загальним класом моделей, які використовуються для прогнозування даних часових рядів. Стандартна аббревіатура для моделей ARIMA —  $ARIMA(p,d,q)$ , де  $p$  — порядок моделі ковзного середнього,  $d$  — ступінь різниці, а  $q$  — порядок моделі авторегресії. Багато галузей використовують дані моделі, наприклад, для прогнозування попиту. На основі минулих цін моделі ARIMA також можна використовувати для прогнозування майбутньої ціни акцій.

Моделі ARIMA використовують «автоматичні» кореляції та ковзні середні залишкові помилки в даних для прогнозування майбутніх значень. Завдяки моделюванню кореляції в даних, методологія ARIMA є статистичним методом для аналізу та створення моделі прогнозування, яка точно представляє часові ряди. Щоб узагальнити прогноз і підвищити точність прогнозу, зберігаючи економність, моделям ARIMA потрібні лише дані минулих часових рядів.

Після навчання моделі ARIMA ми можемо використовувати її для прогнозування майбутніх продажів, надаючи їй історичні дані та базуючи наші прогнози на закономірностях, які виявила модель. Вихід моделі буде очікуваним продажем на наступний період часу. Важливо підкреслити, що моделі ARIMA вимагають стабільних даних — даних, статистичні характеристики яких не змінюються з часом. Перед підгонкою моделі може знадобитися трансформувати дані, якщо вони не стаціонарні. Змінні часових рядах моделі Arima можна використовувати для виявлення викидів. Це корисно в таких галузях, як кібербезпека, де виявлення незвичної мережевої активності може допомогти визначити потенційні вразливості безпеки. Це призведе до тестування різних моделей і вибору тієї, яка найкраще відповідає даним. Після того, як дані будуть зібрані, вони будуть попередньо оброблені для видалення будь-яких викидів, відсутніх точок даних та інших аномалій, які можуть поставити під загрозу точність аналізу [21].

Моделі лінійного програмування для оптимізації транспортних маршрутів чи складських запасів підійдуть завданню оптимізації ланцюга постачання.

У математиці лінійне програмування — це метод оптимізації операцій з деякими обмеженнями. Основною метою лінійного програмування є максимізація або мінімізація числового значення. Він складається з лінійних функцій, які підпорядковуються обмеженням у формі лінійних рівнянь або у формі нерівностей. Лінійне програмування вважається важливою технікою, яка використовується для пошуку оптимального використання ресурсів.

Лінійне програмування широко використовується і в деяких інших галузях, таких як економіка, бізнес, телекомунікації, логістика та виробництво [19]. Серед моделей лінійного програмування, які можна використати для оптимізації транспортних маршрутів, є:

1. Модель транспортної задачі, метою якої є оптимізація вартості перевезення товарів з кількох джерел до кількох точок призначення. Змінні рішення: кількість товарів, які перевозяться з кожного джерела до кожного призначення [24].

2. Проблема маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem - VRP). Мета полягає в тому, щоб знайти оптимальні маршрути для кількох транспортних засобів, які відвідують набір місць. Оптиміальними маршрутами є маршрути з найменшою загальною відстанню. Змінними

рішеннями є визначення маршрутів для кожного транспортного засобу та кількості товарів, які доставляються кожному клієнту [26].

3. Задача комівояжера (TSP) задає наступне запитання: «За наявності списку місць і відстаней між кожною їх парою, який найкоротший можливий маршрут, що відвідує кожне місце лише один раз і повертається до початкового?» Це NP-складна задача комбінаторної оптимізації, важлива в теоретичній інформатиці та дослідженні операцій. Проблема мандрівного покупця та проблема маршрутизації транспортного засобу є узагальненнями TSP. Тобто ця задача мінімізує відстань, яку необхідно подолати, щоб відвідати всі точки призначення по одному разу та повернутися до початкової точки [25].

4. Orienteering Problem. Дана задача оптимізації маршруту полягає у пошуку простого циклу, який максимізує загальний зібраний прибуток за умови обмеження максимальної відстані. Також максимізує суму ваги або корисності відвідуваних комівояжером точок. Змінними рішеннями є порядок відвідування точок призначення та їх ваги [12].

Також можна проаналізувати вплив різних характеристик каналів розподілення на вибір споживачів, застосувавши *Conjoint analysis*. Сукупний аналіз є популярним методом дослідження продукту та ціноутворення, який виявляє вподобання споживачів, що корисно, коли суб'єкт господарювання хоче вибрати характеристики продукту, оцінити чутливість споживачів до зміни цін та спрогнозувати обсяги та частку ринку.

Сукупний аналіз часто використовується в різних галузях промисловості для всіх типів продуктів, таких як споживчі товари, електротовари, плани страхування життя, пенсійне житло, предмети розкоші та авіаперельоти. Він застосовний у різних випадках, які зосереджуються навколо виявлення того, який тип продукту споживачі, ймовірно, купуватимуть, і що споживачі цінують найбільше (і найменше) у продукті. Таким чином, це знайомий інструмент для маркетологів, менеджерів із продукції та спеціалістів із ціноутворення.

Суб'єкти господарювання будь-якого розміру можуть отримати вигоду від сумісного аналізу, включаючи навіть місцеві продуктові магазини та ресторани — і його сфера не обмежується лише споживчим контекстом, наприклад, благодійні організації можуть використовувати методи спільного аналізу, щоб з'ясувати переваги донорів.

Сукупний аналіз працює, розбиваючи продукт або послугу на компоненти (атрибути та рівні) і тестуючи різні комбінації цих компонентів, щоб визначити переваги споживачів [16].

Також ефективним буде використання моделі оптимального ціноутворення, моделі реакції споживачів на знижки для майбутніх змін цін та рекламних кампаній.

Проаналізувавши широкий спектр можливостей для використання економетричних моделей оптимізації різних етапів та складових процесу дистрибуції товарів стає абсолютно зрозумілою вся їх користь. І здається, що в процесі їх впровадження та використання лише позитивні моменти. Але це не так і існують деякі виклики, з якими можна стикнутися в процесі застосування даних моделей дистрибуції товарів.

Наприклад, нестабільні умови ринку, такі як зміни у споживчому попиті чи політичні події, можуть ускладнити точність прогнозів і, як результат, ефективність моделі. Аналогічний негативний результат буде при низькій точності даних, помилках у них. Динамічність ринку вимагає моделі бути постійно адаптованими до нових тенденцій, що означає постійне їх оновлення. На ефективність і точність результатів моделі також впливає складність ланцюга постачання: чим більше в ньому одиниць, тим складніше буде врахувати всі його аспекти в рамках моделі.

Але, незважаючи на наявні виклики, існує також купа перспектив розвитку та вдосконалення способів використання економетричних моделей дистрибуції товарів. Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання дозволить створювати адаптивні моделі, які можуть автоматично адаптуватися до нових умов ринку та оптимізувати стратегії дистрибуції. А збільшення обсягу та якості даних дозволить створювати більш точні та надійні моделі, спрямовані на виявлення залежностей та тенденцій у дистрибуційних процесах. Окрім цього треба все більше уваги звертати та екологічні аспекти у бізнесі, а прагнення до сталого розвитку та зменшення впливу на навколишнє

Таблиця 1

**Порівняльний аналіз застосування економетричних моделей для оптимізації  
дистрибуційних процесів**

Модель	Застосування	Переваги	Обмеження
1	2	3	4
Проста лінійна чи нелінійна модель попиту	Прогнозування попиту на товари	Дану модель вигідно використовувати для управління запасами, планування виробництва та оптимізації складських запасів, оскільки вона легка для розуміння зв'язку між ціною та кількістю попиту; її параметри просто адаптувати на основі реальних даних; лінійна функція попиту має чіткі межові значення, які дозволяють аналітикам визначати екстремальні ситуації	Обмежена у врахуванні слідкувань за змінами в ринкових умовах
Авторегресійна модель часових рядів ARIMA	Прогнозування продажів товарів на наступний період часу	Ця модель дозволяє аналізувати та прогнозувати тенденції у часовому ряді. Також підходить для виявлення та моделювання сезонних коливань, що особливо важливо для товарів, на які впливає сезонність у споживацькому попиті. Модель ARIMA дозволяє більш точно визначити майбутні значення часового ряду, що може бути використано для ефективного управління запасами та зменшення ризику непродажу або надмірного запасу	Потребує стабільних даних, не завжди ефективна при складних моделях. ARIMA передбачає лінійну залежність між змінними, а якщо відносини не лінійні, модель може не точно передбачати динаміку часового ряду. Дана модель інтегрує лише внутрішню структуру часового ряду і не враховує вплив зовнішніх чинників або екзогенних змінних, що може призвести до недооцінки або переоцінки прогнозів
Експоненційно згладжувана модель ETS	Моделювання впливу трендів, сезонних коливань та помилок на процес дистрибуції	Ефективне моделювання часових рядів з урахуванням трендів, спрощує процес аналізу та прогнозування динаміки попиту. Ця модель швидше за інші реагує та адаптується до змін у попиті, завдяки використанню експоненційного згладжування. Також ETS може бути налаштована для прогнозування як короткострокових, так і довгострокових тенденцій, що дає можливість враховувати різні горизонти прогнозування. Ще одним плюсом є ефективність використання разом із іншими моделями для комплексного аналізу та оптимізації дистрибуційного процесу	Застосовується лише для стаціонарних часових рядів. Модель ETS може бути чутливою до випадкових викидів або аномалій у даних, що може впливати на точність прогнозів

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Модель транспортної задачі	Оптимізація вартості перевезення товарів	Дозволяє зменшити витрати на транспорт та зробити доставку більш ефективною, забезпечуючи оптимальне використання транспортних ресурсів. Модель допомагає оптимізувати розташування та функціонування розподільних центрів, щоб максимізувати ефективність дистрибуції. За допомогою оптимізації розподілення товарів, модель дозволяє максимізувати використання транспортних засобів, зменшуючи порожні ходи та забезпечуючи оптимальне завантаження	Чутлива до змін у вартості перевезення, не завжди розв'язується аналітично
Vehicle Routing Problem - VRP	Оптимізація розподілення ресурсів (зазвичай транспортних засобів) для заданого набору місць обслуговування	VRP дозволяє мінімізувати витрати на транспорт, забезпечуючи оптимальний розподіл замовлень та ефективні маршрути. А оптимальне планування маршрутів дозволяє максимізувати використання транспортних засобів, зменшуючи порожній пробіг і непотрібні витрати. Модель може бути легко адаптована до змін в умовах дистрибуції або додавання нових точок обслуговування	Зміни у вартості перевезення, часу на розвантаження або інших параметрах можуть впливати на ефективність знайденого маршруту. У реальних умовах можуть виникати фактори, такі як затори, дорожні ремонти чи інші перешкоди, які не завжди враховуються в моделі, що може призводити до недооцінки чи переоцінки маршрутів
Задача комівояжера (TSP)	Оптимізація маршрутів через заданий набір місць (точок) з поверненням в початкове	TSP спрощує процес прийняття рішень і допомагає визначити оптимальний порядок відвідування точок, що зменшує час та ресурси, необхідні для виконання завдання. Завдяки оптимальному маршруту можна ефективно керувати транспортними засобами та мінімізувати порожній пробіг. Це дозволяє точно визначити час доставки, задовольняючи вимоги клієнтів	Час вирішення задачі комівояжера зростає експоненційно зі збільшенням кількості місць, що робить її непрактичною для великих наборів даних. Дрібні зміни в початкових умовах можуть призводити до значних різниць у визначенні оптимального маршруту. У реальних умовах можуть бути різноманітні обмеження, такі як обмеження на вантажопідйомність, обмеження на час перебування в точці і т.д., які задача комівояжера може не враховувати належним чином

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Orienteering Problem	Визначення оптимального маршруту з обмеженнями	Дана модель дозволяє знайти оптимальний маршрут з урахуванням обмежень потужності та ваги відвідуваних точок, що дозволяє зменшити витрати на паливо та час. Також ці ваги можуть представляти важливість кожної точки, так що система може максимізувати загальну корисність від обслуговування певних місць. Модель може бути корисною для маршрутизації в умовах невизначеності, де змінюються умови, але важливо зберігати оптимальні маршрути	Модель не завжди враховує динамічні зміни в умовах, такі як зміни в трафіку чи інші фактори, що можуть впливати на оптимальний маршрут. Задача Orienteering Problem може вимагати використання евристичних методів для наближеного знаходження розв'язку в разі великих масштабів задачі
Conjoint analysis	Визначення вподобань споживачів щодо товарів чи послуг	У сфері дистрибуції товарів цей метод може використовуватися для оптимізації властивостей продуктів або послуг з урахуванням вподобань цільової аудиторії. Conjoint-аналіз дозволяє і суб'єктам господарювання розуміти, які характеристики продукту або послуги є ключовими для споживачів, що сприяє розробці більш конкурентоспроможних пропозицій. Також застосування цієї моделі допомагає зрозуміти, як різні цінові пропозиції впливають на вибір споживачів. Окрім цього Conjoint-аналіз буде в нагоді розробки ефективних маркетингових стратегій, оскільки може визначити, як різні аспекти продукту впливають на споживачів.	Conjoint Analysis вимагає ретельної підготовки і розробки анкет, що може бути часо- та ресурсомістким процесом. А результати значно залежать від того, наскільки точно і адекватно підготовлені анкети і від того, чи усвідомлюють учасники опитувань, що їх відповіді використовуються для прийняття бізнес-рішень. Для отримання надійних результатів, особливо у випадку роздрібних ринків чи продуктів, може знадобитися велика кількість відповідей від різних груп споживачів

*Джерело:* складено авторами

середовище може впливати на стратегії дистрибуції та створення моделей, спрямованих на оптимізацію використання ресурсів.

Ще однією зі стратегій є більш активна взаємодія і суб'єктів господарювання з технологічними стартапами, оскільки це може сприяти створенню нових технологічних рішень та інструментів для оптимізації дистрибуційних процесів.

Отже, порівняльний аналіз застосування економетричних моделей для оптимізації дистрибуційних процесів наведено у табл. 1.

Таким чином, у сучасному бізнес-середовищі використання економетричних моделей у процесі дистрибуції товарів представляє собою невід'ємний і важливий аспект для суб'єктів господарювання, що прагнуть до оптимізації своїх ланцюгів постачання та підвищення ефективності дистрибуційних стратегій. Ці моделі надають значний обсяг корисної інформації, що сприяє прийняттю обґрунтованих стратегічних та тактичних рішень. Якщо точніше, економетричні моделі надають



суб'єктам господарювання можливість ефективно враховувати велику кількість факторів, що впливають на дистрибуційні процеси, пропонують суб'єктам господарювання ряд значущих переваг, які засновані на врахуванні різноманітних екзогенних та ендогенних аспектів, що впливають на ринкові умови.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Враховуючи викладене, нами встановлено, що кожна з моделей має свої переваги та особливості використання. Наприклад, лінійні та нелінійні моделі попиту дозволяють прогнозувати обсяги продажів, враховуючи різноманітні впливові фактори, такі як ціна, реклама, сезонність тощо. Це сприяє точнішому плануванню виробництва та визначенню оптимальних запасів товарів. Авторегресійні моделі часових рядів ARIMA забезпечують аналіз та прогнозування змін у часі, що є ключовим для ефективного управління запасами, визначення оптимальних точок перезаказування та уникнення втрат через недостачу або перепродажів. Експоненційно згладжувані моделі ETS дозволяють зменшити вплив випадкових коливань та виявити тренди чи сезонність, що стає основою для розробки стратегій просування товарів та розширення ринків збуту. Моделі транспортної задачі, Vehicle Routing Problem, задачі комівояжера та інші оптимізаційні підходи допомагають суб'єктам господарювання визначати найефективніші маршрути доставки, розподілення та управління логістичними витратами.

Узагальнюючи, можна виділити такі основні переваги орієнтування на економетричні моделі. По-перше, вони дозволяють суб'єктам господарювання здійснювати точний прогноз попиту, що сприяє оптимізації рівня запасів та зниженню витрат на управління ланцюгом постачання. По-друге, вони дозволяють суб'єктам господарювання визначати оптимальні стратегії розміщення складів, вибору маршрутів доставки та інших параметрів дистрибуції. Це сприяє не лише зниженню витрат, але і підвищенню рівня обслуговування клієнтів та рівня ефективності розподільчих процесів. По-третє, економетричні моделі стають ключовим інструментом для адаптації суб'єктів господарювання до змінних ринкових умов, дозволяючи вчасно та більш гнучко реагувати на зміни в споживчому попиті, конкурентному середовищі та інших факторах.

Орієнтування на різні моделі в залежності від конкретних завдань і потреб суб'єкта господарювання є необхідним елементом успішного управління дистрибуцією товарів, надаючи суб'єктам господарювання можливість досягти оптимальних результатів у вирішенні завдань логістики та підтримувати високий рівень лояльності клієнтів, конкурентоспроможності, задовольняючи їх потреби найкращим і найшвидшим чином в динамічному бізнес-середовищі. У цьому контексті подальші дослідження можуть бути спрямовані на практичну реалізацію проаналізованих економіко-математичних моделей для оптимізації дистрибуційних процесів у реальному бізнесі.

#### Джерела і література

1. Балабанова Л.В., Германчук А.М. Логістика. Донецьк: ДонНУЕТ, 2012. 458 с.
2. Біловодська О.А. Кваліметричний підхід оцінювання стратегічної діяльності управління дистрибуцією інноваційних продуктів у маркетинговій логістиці. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2021. № 1 (25). С. 175-183. <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-01-175-183>.
3. Головіна О. Сучасні технології в управлінні транспортною логістикою. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2023. Vol. 2 (3). С. 35-42. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230203.04>.
4. Козьменко О. В., Кузьменко О. В. Економіко-математичні методи та моделі (економетрика) : навч. посіб. Суми : Університетська книга. 2014. 406 с.
5. Крикавський Є. Логістика для економістів. Львів. : Вид-во: Львівська політехніка. 2004. С. 265–303.
6. Лугінін О. Є. Економетрія: навч. посіб. 2-е видання, перероб. та доп. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 278 с.
7. Мальчик М. В., Толчанова З. О. Логістична діяльність промислового підприємства в його маркетинговій політиці. *Наукові записки Національного університету "Острозька академія". Сер. : Економіка*. 2013. Вип. 21. С. 68-70.

8. Міщук І. П. Сутність та характеристика системи логістики підприємства. *Торгівля, комерція, підприємництво*. 2015. Вип. 19. С. 72-76.
9. Назаренко О. М. Основи економетрики: підручник. Вид. 2-ге, перероб. Київ : Центр навчальної літератури. 392 с
10. Чебанова О.П., Волохов В.А.. Використання технологій машинного навчання для оптимізації логістики. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 83. С. 278-283. URL: <http://btie.kart.edu.ua/issue/view/17822>.
11. Що таке дистрибуція: від закупівель до підтримки фірмового стилю. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-distributsiya/>
12. A revisited branch-and-cut algorithm for large-scale orienteering problems. URL: <https://arxiv.org/abs/2011.02743>.
13. Andrews D. Tests for parameter stability and structural change with unknown change point. *Econometrica*. 1993. Vol. 59. P. 817–858.
14. Conjoint Analysis Helps Apple Win \$1B in Lawsuit. URL: <https://verstaresearch.com/blog/conjoint-analysis-helps-apple-win-1b-in-lawsuit/>
15. Deroussi L., Grangeon N., Norre S. Optimization of logistics systems using metaheuristic based hybridization techniques, *Metaheuristics*. 2016. URL: <https://hal.science/hal-02023692/document>.
16. How does conjoint analysis work? URL: <https://conjointly.com/guides/what-is-conjoint-analysis/#howitworks>.
17. Keuzenkamp H. A., Magnus J. R. On tests and significance in econometrics. *Journal of Econometrics*. 1995. Vol. 67. P. 5–24.
18. Kim S.T., Lee H.-H., Hwang T. Logistics integration in the supply chain: a resource dependence theory perspective. *International Journal of Quality Innovation*. 2020. Vol. 6 (5). <https://doi.org/10.1186/s40887-020-00039-w>.
19. Linear Programming. URL: <https://byjus.com/maths/linear-programming/> (дата звернення: 29.11.2023).
20. MacKie-Mason J. K. Econometric software: A user's view. *Journal of Economic Perspectives*. 1992. Vol. 6 (4). P. 165–187.
21. Mrithula V., Devi N., Haran H. Future Sales Forecasting Using ARIMA Model. *International Journal of Research and Reviews*. 2023. Vol 4, no. 5. P. 210–2015. URL: <https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE5/IJRPR12640.pdf>.
22. Nature of Econometrics. URL: <https://theintactone.com/2023/08/15/meaning-nature-and-scope-of-econometrics-economic-and-econometric-models-methodology-of-econometrics/>
23. Thirteen Most Common Econometrics Models. URL: <https://learneconometricsfast.com/13-econometrics-models-for-researchers-and-students/>
24. Transportation Problem and Assignment problem. URL: [https://www.acsce.edu.in/acsce/wp-content/uploads/2020/03/1585041316993\\_Module-4.pdf](https://www.acsce.edu.in/acsce/wp-content/uploads/2020/03/1585041316993_Module-4.pdf).
25. Travelling salesman problem. URL: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Travelling\\_salesman\\_problem](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem).
26. Vehicle Routing Problem. URL: <https://developers.google.com/optimization/routing/vrp>.
27. Wang Y., Guo Z., Zhang Y., Hu X., Xiao J. Iron Ore Price Prediction Based on Multiple Linear Regression Model. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, 15864. <https://doi.org/10.3390/su152215864>.
28. Wilson, J. Artificial Intelligence In Logistics: How Ai Can Make Your Processes More Efficient Jennifer Wilson Jennifer. 2020. URL: <https://www.sage.com/engb/blog/artificial-intelligence-in-logisticsefficient-processes/>

## References

1. Balabanova L.V., Hermanchuk A.M. *Lohistyka*. Donetsk: DonNUET, 2012. 458 s. [in Ukrainian].
2. Bilovodska O.A. Kvalimetrychnyi pidkhid otsiniuvannya stratehichnoi diialnosti upravlinnia dystributsiieu innovatsiinykh produktiv u marketynhovii lohistytsi. *Ekonomichni chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. 2021. № 1 (25). S. 175-183. <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-01-175-183>. [in Ukrainian].
3. Holovina O. Suchasni tekhnolohii v upravlinni transportnoiu lohistykoiu. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2023. Vol. 2 (3). S. 35-42. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230203.04>. [in Ukrainian].
4. Kozmenko O. V., Kuzmenko O. V. *Ekonomiko-matematychni metody ta modeli (ekonometryka) : navch. posib*. Sumy : Universytetska knyha. 2014. 406 s. [in Ukrainian].
5. Krykavskiy Ye. *Lohistyka dlia ekonomistiv*. Lviv. : Vyd-vo: Lvivska politekhnika. 2004. S. 265–303. [in Ukrainian].

6. Luhinin O. Ye. *Ekonometriia: navch. posib.* 2-e vydannia, pererob. ta dop. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury, 2008. 278 s. [in Ukrainian].
7. Malchuk M. V., Tolchanova Z. O. Lohistychna diialnist promysloвого pidpriemstva v yoho marketynhovii politytsi. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia". Ser. : Ekonomika.* 2013. Vyp. 21. S. 68-70. [in Ukrainian].
8. Mishchuk I. P. *Sutnist ta kharakterystyka systemy lohistyky pidpriemstva.* Torhivlia, komertsii, pidpriemnytstvo. 2015. Vyp. 19. S. 72-76. [in Ukrainian].
9. Nazarenko O. M. *Osnovy ekonometryky: pidruchnyk.* Vyd. 2-he, pererob. Kyiv : Tsentr navchalnoi literatury. 392 s [in Ukrainian].
10. Chebanova O.P., Volokhov V.A.. *Vykorystannia tekhnolohii mashynnoho navchannia dlia optymizatsii lohistyky.* *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti.* 2023. № 83. S. 278-283. URL: <http://btie.kart.edu.ua/issue/view/17822>. [in Ukrainian].
11. Shcho take dystrybutsiia: vid zakupivel do pidtrymky firmovoho styliu. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-distributsiya/A-revisited-branch-and-cut-algorithm-for-large-scale-orienting-problems>. URL: <https://arxiv.org/abs/2011.02743>. [in Ukrainian].
12. Andrews D. Tests for parameter stability and structural change with unknown change point. *Econometrica.* 1993. Vol. 59. P. 817–858. [In English].
13. Conjoint Analysis Helps Apple Win \$1B in Lawsuit. URL: <https://verstaresearch.com/blog/conjoint-analysis-helps-apple-win-1b-in-lawsuit/> [In English].
14. Deroussi L., Grangeon N., Norre S. Optimization of logistics systems using metaheuristic based hybridization techniques, *Metaheuristics.* 2016. URL: <https://hal.science/hal-02023692/document>. [In English].
15. How does conjoint analysis work? URL: <https://conjointly.com/guides/what-is-conjoint-analysis/#howitworks>. [In English].
16. Keuzenkamp H. A., Magnus J. R. On tests and significance in econometrics. *Journal of Econometrics.* 1995. Vol. 67. P. 5–24. [In English].
17. Kim S.T., Lee H.-H., Hwang T. Logistics integration in the supply chain: a resource dependence theory perspective. *International Journal of Quality Innovation.* 2020. Vol. 6 (5). <https://doi.org/10.1186/s40887-020-00039-w>.
18. Linear Programming. URL: <https://byjus.com/maths/linear-programming/> (дата звернення: 29.11.2023). [In English].
19. MacKie-Mason J. K. Econometric software: A user's view. *Journal of Economic Perspectives.* 1992. Vol. 6 (4). P. 165–187. [In English].
20. Mrithula V., Devi N., Haran H. Future Sales Forecasting Using ARIMA Model. *International Journal of Research and Reviews.* 2023. Vol 4, no. 5. P. 210–215. URL: <https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE5/IJRPR12640.pdf>. [In English].
21. Nature of Econometrics. URL: <https://theintactone.com/2023/08/15/meaning-nature-and-scope-of-econometrics-economic-and-econometric-models-methodology-of-econometrics/>[In English].
22. Thirteen Most Common Econometrics Models. URL: <https://learneconometricsfast.com/13-econometrics-models-for-researchers-and-students/>[In English].
23. Transportation Problem and Assignment problem. URL: [https://www.acsce.edu.in/acsce/wp-content/uploads/2020/03/1585041316993\\_Module-4.pdf](https://www.acsce.edu.in/acsce/wp-content/uploads/2020/03/1585041316993_Module-4.pdf). [In English].
24. Travelling salesman problem. URL: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Travelling\\_salesman\\_problem](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem). [In English].
25. Vehicle Routing Problem. URL: <https://developers.google.com/optimization/routing/vrp>. [In English].
26. Wang Y., Guo Z., Zhang Y., Hu X., Xiao J. Iron Ore Price Prediction Based on Multiple Linear Regression Model. *Sustainability.* 2023. Vol. 15, 15864. <https://doi.org/10.3390/su152215864>. [In English].
27. Wilson, J. Artificial Intelligence In Logistics: How Ai Can Make Your Processes More Efficient Jennifer Wilson Jennifer. 2020. URL: <https://www.sage.com/engb/blog/artificial-intelligence-in-logisticsefficient-processes/> [In English].

Стаття надійшла до редакції 25.04.2024 р.