

УДК 658.8.012.2

DOI: 10.31891/2307-5740-2020-282-3-20

ПУХАЛЬСЬКА Я. П.  
Хмельницький національний університет

## ВИБІР ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

*У статті розглянуто теоретичні проблеми вибору економіко-математичних моделей для логістики промислових підприємств. Описані основні причини обмеженого використання моделей під час прийняття управлінських рішень. Деталізовані основні завданнями економіко-математичного моделювання на промислових підприємствах та описові моделі. Процес економічного дослідження логістичних функцій за допомогою економіко-математичних моделей можна поділити на п'ять етапів.*

*Ключові слова: економіко-математична модель, моделювання, класифікація, логістика, промислові підприємства.*

PUKHALSKA I.P.  
Khmelnitskyi National University

## CHOICE OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS FOR LOGISTIC ACTIVITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

*Constant changes in the situation on the industry market and the growth of information requires the leaders of the food industry to use modern advances in science and technology. The most important role is played by economic and mathematical models that ensure the adoption of modern and optimal management decisions.*

*Every industrial enterprise is faced with the need to solve the problem of delivery of factors of production (resources and funds) or finished products simultaneously to several places or to several customers. Therefore, any modern enterprise is a complex dynamic logistics system with feedback and has a well-developed relationship with the external environment, ie timely provision of the necessary factors of production, maximally prepared for the production process, or finished products in the required quantity and range at a given levels of logistics costs.*

*The article considers the theoretical problems of choosing economic and mathematical models for the logistics of industrial enterprises. Describes the main reasons for the limited use of models in management decisions. The main tasks of economic and mathematical modelling in industrial enterprises and descriptive models are detailed. The process of economic research of logistics functions using economic and mathematical models can be divided into five stages. In the study of supply chains of industrial enterprises, along with balance, optimization, equilibrium, game, correlation-regression models, it is proposed to use models of functional-cost analysis, simulation, deterministic, scholastic, optimal location and determination of effective size of enterprises. In the logistics activities of industrial enterprises should use the method of systematic mathematical modelling of economic processes, which operates as a means not individual economic and mathematical models, and complexes of logically, informationally and algorithmically interconnected models.*

*Key words: economic-mathematical model, modelling, classification, logistics, industrial enterprises.*

**Вступ.** Постійні зміни ситуації на галузевому ринку та зростання об'ємів інформації потребує від керівників підприємств харчової промисловості використання сучасних досягнень науки та техніки. Найважливішу роль при цьому відіграють економіко-математичні моделі, що забезпечують прийняття сучасних та оптимальних управлінських рішень.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанням економіко-математичного моделювання промислових підприємств присвячені роботи багатьох українських та зарубіжних вчених: Н.К. Васильової, М.П. Власова, А.М. Гатауліна, А.Н. Сльченко, А.В. Комарчука, Р.Г. Кравченко, Н.І. Новальної, С.В. Цюпка та інших вчених. Однак проблеми моделювання логістичних процесів на промислових підприємствах потребують подальшої деталізації.

**Постановка завдання.** Необхідно розглянути теоретичні аспекти вибору економіко-математичних моделей промислових підприємств; уточнити набір економіко-математичних моделей, що застосовуються в логістиці промисловості; визначити етапи моделювання економіко-математичних моделей.

**Виклад основного матеріалу.** Кожне промислове підприємство стикається з необхідністю вирішення проблеми доставки факторів виробництва (ресурсів та фондів) або готової продукції одночасно в кілька місць або декільком замовникам. Тому будь-яке сучасне підприємство являє собою складну динамічну логістичну систему із зворотним зв'язком і має досить розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем, тобто своєчасне забезпечення потрібних факторів виробництва, максимально підготовлених до виробничого процесу, або готової продукції в необхідній кількості і асортименті при заданому рівні логістичних витрат.

Логістична система промислового підприємства складається із ланок, між якими є внутрішні та зовнішні системні зв'язки, які мають циклічний характер. Ці зв'язки встановлюють послідовність передачі як матеріальних, так і інформаційних потоків в логістичному ланцюгу.

Оптимізація рішень в логістичному менеджменті дозволить отримати значну економію витрат, але для вирішення цих проблем менеджера з логістики потрібно вирішити задачу координації транспортного обслуговування споживачів за їх замовленнями. це потребує комплексного підходу для виконання всіх умов доставки з мінімізацією різних видів витрат. Управління логістичними процесами промислового підприємства – це складна динамічна система, яка включає ефективні інструменти, які дають комерційним

організаціям можливість обмінюватися інформацією (про матеріальні ресурси, фонди, готову продукцію та інше) з метою прискорення виконання замовлень, скорочення терміну постачання, зведення до мінімуму зайвих запасів і можливості поліпшення якості обслуговування.

Вирішення цього комплексного завдання можливе завдяки автоматизації логістики. в сучасній науці рішення цих задач можливе за допомогою економіко-математичних моделей. У своїй основі усі компоненти моделі повинні бути залежними від змінних часу. Використання математичних моделей управління логістичними процесами промислового підприємства допоможе забезпечити реалізацію комплексного підходу до управління всіма потоками інформації. це стосується як послуг постачальників матеріалів і сировини, так і процесів виробництва на підприємстві, а також складування та доставки готової продукції до кінцевого споживача. це означає, що для мінімізації сумарних витрат на всі процеси необхідно прагнути скорочення часу оформлення й обробки заявок, маршрутизації, завантаження і вивантаження замовлень, доставки вантажів з урахуванням непередбачених витрат. Таким чином, проблема розробки математичної моделі логістичної системи підприємства є актуальною.

В економіко-математичних дослідженнях, які присвячені логістиці промислових підприємств, виробниче підприємство описується як складна динамічна логістична система, яка являє собою комбінацію матеріальних, техніко-технологічних і людських ресурсів.

Підприємство виконує такі основні види діяльності, як постачання, виробництво, збут [1]. Основні операції процесу постачання – закупівля, доставка, зберігання та передпродажна підготовка продукції. До функцій постачання відносяться дії, пов'язані з виявленням постачальників ресурсів та продукції; розрахунок необхідної кількості ресурсів; рішення про замовлення продукції; встановлення термінів поставок та спостереження за ними; облік і контроль за виконанням договірних зобов'язань. Виробництво – це процес перетворення факторів виробництва (ресурсів і фондів) в готову продукцію. Збут пов'язаний з процесами організації ринкових зв'язків з метою доведення продукції до кінцевого споживача з максимальним задоволенням його потреб і з метою отримання прибутку. основні задачі, які виникають перед підприємством в процесі виконання збутових операцій це раціональна поведінка на ринку в умовах невизначеності з ціллю максимізації прибутку підприємства при найбільш повному задоволенні попиту споживачів.

Перед сучасним підприємством постійно виникає завдання одночасної доставки товарів одному або декільком замовникам, але одночасно в кілька місць. тому процеси постачання і збуту безпосереднім чином зв'язані з задачами логістики, які повинні вирішуватись за допомогою транспорту. Транспорт – найважливіший фактор розвитку економіки й торгівлі. виробництво практично неможливе без перевезення з різних районів сировини, робочої сили, палива.

В основі пізнання багатьох фінансово-економічних процесів і явищ лежить принцип системного підходу, ключовим поняттям якого, є фінансово-економічна система і її властивості. Економіко-математична модель повинна формалізовано описувати фінансово-економічні явища й процеси підприємства [1].

Основною характеристикою будь-якої системи є її цілісність. У системі елемент функціонує разом з іншими, становлячи в сукупності зовнішнє середовище, або більш широку систему, частиною якої є й сама розглянута система. Система реагує на вплив зовнішнього середовища, еволюціонує під цим впливом, але при цьому зберігає якісну визначеність і властивості, що відрізняють її від інших систем.

Найважливішою характеристикою цілісної системи є її структура, під якою розуміється сукупність елементів і зв'язків, що визначають внутрішню будову й організацію об'єкта як цілісної системи. Структура динамічна по своїй природі, її еволюція в часі й просторі відбиває процес розвитку системи за допомогою її якісних і кількісних характеристик, іменованих параметрами, які становлять основу мов опису систем, а при формалізації ототожнюються з незалежними змінними математичного опису процесу функціонування систем. Заключним етапом у процедурі послідовної формалізації опису процесів функціонування фінансово-економічних систем є розробка економіко-математичних моделей.

Основними завданнями економіко-математичного моделювання на промислових підприємствах є:

- проведення багатоваріантних розрахунків та оптимізація рішень для найкращого використання трудових та матеріальних ресурсів;
- накопичення та аналіз комплексної інформації про закупівлю, виробництво та збут для виявлення тенденцій розвитку;
- упорядкування руху документованої та недокументованої інформації, підвищення її достовірності;
- розробка проектів оптимальних планів розвитку окремих підприємств та галузі в цілому;
- здійснення необхідного коригування закупівлі сировини;
- вироблення оптимальних рішень по управлінню виробництвом та збутом;
- забезпечення облікових, контрольних та корегуючих функцій діяльності всіх елементів системи;
- забезпечення стійкого зворотного зв'язку по всім рівням управління;
- координація дій підприємств-учасників ланцюгів поставок.

Для вивчення різних аспектів функціонування логістичних систем промислових підприємств використовують різні моделі. Найбільш загальні закономірності діяльності та розвитку систем логістики досліджують за допомогою балансових, оптимізаційних, рівноважних, ігрових, кореляційно-регресивних моделей тощо. Для аналізу та прогнозів динаміки та співвідношення різних синтетичних показників

застосовуються моделі макроекономічного синтезу, а дослідження конкретних виробничо-комерційних ситуацій здійснюється за допомогою функціонально-вартісного аналізу: моделей мікроекономічного системного синтезу постачання, виробництва, продажів, транспорту та збуту.

Відмінність завдання планування та управління у виробничих ланцюгах поставок підприємств від класичних задач теорії управління та розкладів полягає, перш за все, у високому рівні невизначеності, поєднанні централізованого та децентралізованого управління, великій кількості неконтрольованих факторів, нежорстких цілях та обмеженнях, що важко формалізуються, зміні властивостей даних ланцюгів поставок у процесі прийняття рішень та активності елементів ланцюга. У зв'язку з цим можливості застосування класичних моделей та алгоритмів планування та управління виробництвом для розв'язання задач моделювання ланцюгів поставок видаються досить обмеженими через високий ступінь жорсткості цих моделей, недостатньому врахуванні активності елементів системи та факторів невизначеності [2].

Математичне моделювання – процес встановлення відповідності деякого математичного об'єкта, тобто математичної моделі, реальному об'єкту. Суттєвою характеристикою моделі є її подібність модельованому об'єкту.

Сучасною тенденцією в розробці логістичних економіко-математичних моделей є розробка фундаментального підходу до розв'язання задач моделювання та управління ланцюгами поставок. При дослідженні ланцюгів поставок використовують два типи економіко-математичних моделей: описові та нормативні. Описові моделі розробляються для кращого розуміння взаємовідносин всередині компанії та у зовнішньому світі, вони поділяються на:

- моделі прогнозування, що дозволяють передбачити попит на готову продукцію підприємства, вартість сировини та інші фактори, засновані на статистичних даних;
- моделі вартісних співвідношень – показують зміни прямих та непрямих витрат як функції вартості;
- моделі використання ресурсів – описують, як витрачаються ресурси на потреби виробничої діяльності;
- імітаційні моделі – описують, яким чином ланцюг поставок підприємства або її частина функціонуватиме через певний час у залежності від зміни параметрів.

Другий тип – нормативні моделі, що створюються на допомогу менеджерам для прийняття кращих рішень. Термін «норматив» описує процеси для виявлення норм, досягнення яких має прагнути підприємство.

Основна мета використання економіко-математичних моделей в логістиці підприємств – пошук кращих субоптимальних рішень для задачі зниження транспортних витрат і зокрема маршрутизації транспортних засобів в логістичних системах.

Попит має бути задоволений при мінімальних загальних логістичних витратах ланцюга поставок.

Процес економічного дослідження логістичних функцій за допомогою економіко-математичних моделей можна поділити на п'ять етапів [3].

На першому етапі формулюється загальна задача, у відповідності до якої фіксується об'єкт логістичного дослідження (наприклад, економіка галузі, регіону, підприємства тощо). Далі висувуються вимоги до характеру вихідної інформації, що може бути статистичною або нормативною. Потім вивчаються найбільш прості властивості об'єкту, що вивчається та висувуються гіпотези про характер його розвитку.

Інформація, отримана на першому етапі, необхідна для створення моделі, що і являє собою зміст другого етапу моделювання.

Третій етап – математичний аналіз моделі, яка служить засобом отримання не тільки кількісних, але і якісних висновків. Якісні висновки, що виходять із аналізу економічної моделі, дозволяють виявити невідомі раніше властивості логістичної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, співвідношення макроекономічних параметрів, властивості ціннісних показників тощо.

До кількісних висновків із аналізу моделі відносяться оптимальні плани розвитку тих чи інших елементів, прогнозів економічної динаміки, розрахунки витрат, цін реалізації тощо. За допомогою математичних методів тут доводяться існування ефективного (оптимального) стану логістичної системи, а потім вивчаються його властивості. Етап, що розглядається, завершується економічною інтерпретацією отриманих результатів: математичні поняття перекладаються на мову об'єкта, що вивчається. Якісні результати інтерпретуються як властивості та закономірності розвитку логістичної системи, алгоритм — як механізм її планування та функціонування, числові результати – як плани та прогнози.

Перш ніж використовувати отримані висновки в теорії чи на практиці, слід провести четвертий етап – перевірку отриманих результатів, наприклад, шляхом теоретичної перевірки вірності вихідних передумов моделі, в тому числі шляхом верифікації прогнозів та ін.

Аналіз прийнятності отриманого рішення для практичного застосування є необхідним, оскільки в економіко-математичній моделі знаходять відображення тільки найбільш суттєві умови, що обумовлюють модельований процес.

Аналіз дозволяє коректувати оцінку ролі тих чи інших обмежень у даному процесі, тим самим вдосконалювати модель та добиватися отримання найбільш прийнятних результатів. Крім того, даний аналіз дає можливість уточнювати залежність між витратами та випуском продукції і значення коефіцієнтів і обмежень щодо використання ресурсів, оскільки вони розраховувалися при припущеннях про детермінованість та лінійність у залежностях і тому мають наближений характер [4].

Аналіз стійкості проводиться для дослідження поведінки всієї системи за можливих змін значень правих частин нерівностей та техніко-економічних коефіцієнтів.

П'ятий етап – втілення – має призводити до вдосконалення логістичної системи та методів управління матеріальними потоковими процесами.

Враховуючи тісний взаємозв'язок всіх етапів технології управління ланцюгами поставок, необхідне створення єдиної методологічної бази комплексного аналізу та моделювання складних виробничо-логістичних систем, що забезпечить узгодження моделей планування та управління ланцюгами поставок, а також адаптацію відповідних моделей до умов функціонування ланцюгів поставок, що змінюються, в динаміці.

Побудова логістичної концепції моделі транспортного обслуговування промислових підприємств є одним з важливіших стратегічних рішень. Але, незважаючи на великий обсяг досліджень, багато завдань потребують ретельного вивчення. Цікавим, наприклад, є рішення не окремих логістичних функцій – розміщення і вибір транспорту, оптимізація запасів, маршрутизація та спроба об'єднання цих моделей у комбіновану систему для зниження загальних транспортних витрат.

На практиці вивчення поведінки логістичних систем підприємств при тих чи інших видах керуючих впливів зводиться до дослідження та прогнозування поведінки їх моделей.

Метою цього дослідження є побудова комплексної логістичної моделі підприємства з метою найкращого транспортного обслуговування процесів виробництва та контрагентів (постачальників і споживачів). Процес ефективного логістичного обслуговування ґрунтується на раціональній організації матеріалопотоку (ресурсів та готової продукції), тобто ставиться завдання побудови раціональних маршрутів доставки необхідних ресурсів на підприємство, своєчасної доставки на виробництво й перевезення готової продукції споживачам. Побудовані маршрути перевезень будуть впливати на ефективне використання транспорту в рамках діяльності підприємства.

**Висновки.** Під час дослідження ланцюгів поставок промислових підприємств поряд з балансовими, оптимізаційними, рівноважними, ігровими, кореляційно-регресивними моделями, запропоновано використовувати моделі функціонально-вартісного аналізу, імітаційні, детерміновані, схоластичні, оптимального розташування та визначення ефективних розмірів підприємств. У логістичній діяльності промислових підприємств слід застосовувати метод системного математичного моделювання економічних процесів, що оперує в якості засобів не окремими економіко-математичними моделями, а комплексами логічно, інформаційно та алгоритмічно взаємопов'язаних моделей. Процес економіко-математичного моделювання слід розділити на п'ять етапів: формулювання загального завдання, створення моделі, математичний аналіз моделі, перевірка отриманих результатів та їх впровадження.

### Література

1. Куліков П.М. Економіко-математичне моделювання фінансового стану підприємства : навчальний посібник / П.М. Куліков, Г.А. Іващенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – С. 7–44.
2. Малярєць Л. Проблеми концептуального аналізу та економіко-математичного моделювання підприємства / Л. Малярєць // Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2003. – Вип. 6. – С. 205–209.
3. Олійник Я.Б. Єврологістика та Україна: Площини взаємодії в XXI ст. / Я.Б. Олійник, І.Г. Смирнов, І.В. Шум // Зовнішня торгівля: Право та економіка. – 2007. – № 6(35). – С. 6–12.
4. Смирнов І.Г. Логістика: просторово-територіальний вимір : [монографія] / І.Г. Смирнов. – К. : Обрії, 2004. – 335 с.

### References

1. Kulikov P.M., Ivashchenko G.A. Economic and mathematical modeling of the financial condition of the enterprise. Textbook. Kharkiv: Ed. KhNEU, 2009. P. 7-44
2. Malyarets L. Problems of conceptual analysis and economic-mathematical modelling of the enterprise. Ukrainian science: past, present, future. Issue 6. Ternopil: Textbooks and manuals, 2003. P. 205-209.
3. Oliynyk Y.B., Smirnov I.G., Shum I.V. Eurologistics and Ukraine: Planes of interaction in the XXI century. Foreign Trade: Law and Economics. 2007. №6 (35). P. 6-12.
4. Smirnov I.G. Logistics: spatial-territorial dimension: [monograph]. K.: Horizons, 2004. 335 p.

Надійшла / Paper received: 22.05.2020

Надрукована / Paper Printed : 04.06.2020