DOI: 10.15276/ETR.01.2026.7
DOI: 10.5281/zenodo.19701492
UDC: 338.3:519.711:330.44
JEL: C62, E32, C67

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗМІН

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF INCREASING THE PRODUCTION CAPACITY OF AN ENTERPRISE IN CONDITIONS OF CHANGE

Vitaliy I. Zakharchenko, Doctor of Economics, Professor
Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-2903-2471
Email: kafedra.info@mzeid.in

Maksym D. Shvahirev
Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0002-7452-5091
Email: max.shvagirev99@gmail.com

Received 20.11.2025

Захарченко В.І., Швагірев М.Д. Економіко-математичне моделювання збільшення виробничої потужності підприємства в умовах змін. Оглядова стаття.

При аналізі продуктивності виробничих потужностей можливо використовувати інструментарій теорії лінійних динамічних систем. За допомогою набору математичних якостей для лінійної динамічної системи можливо спробувати зрозуміти поведінку загальних соціально-економічних систем шляхом розрахунку крапок рівноваги системи. Було уточнено алгоритми моделей: освоєння введених виробничих потужностей, встановлення рівноважної ціни, Самуельсона-Хікса. Це довело, що всі вони побудовані у процесі системного синтезу та надає можливість удосконалювати апарат математичного моделювання. Наприклад, запозичив метод Дарлінгтона з електротехніки. Застосування такого алгоритму дозволяє восстановлювати інформацію про зазначення основних економічних параметрів, наприклад, в моделі міжгалузевого балансу.

Ключові слова: система, модель, попит, функція, інформація, матриця, потужність

Zakharchenko V.I., Shvahirev M.D. Economic and Mathematical Modeling of Increasing the Production Capacity of an Enterprise in Conditions of Change. Review article.

When analyzing the productivity of production capacities, it is possible to use the tools of the theory of linear dynamic systems. Using a set of mathematical properties for a linear dynamical system, it is possible to try to understand the behavior of general socio-economic systems by calculating the equilibrium points of the system. The algorithms of the models were refined: development of the introduced production capacities, establishment of the equilibrium price, Samuelson-Hicks. This proved that all of them are built in the process of system synthesis and provides an opportunity to improve the apparatus of mathematical modeling. For example, the Darlington method was borrowed from electrical engineering. The use of such an algorithm allows you to restore information about the indication of the main economic parameters, for example, in the model of inter-industry balance.

Keywords: system, model, demand, function, information, matrix, capacity

Сучасному економісту, якому припадає працювати в умовах ринкової комп'ютеризованої економіки, не уявляється робота без використання інструментарію в області моделювання економічних явищ та інформаційних технологій. У теперішній час знання про економіку безперервно розширюється та поглиблюється. Переопрацювати такий розширений потік економічних знань можливо лише при залучені математичних моделей, комп'ютерних технологій та використання досягнень в інших науках. Але при цьому багатьом, на жаль, математика залишається чужою наукою, оскільки вони не бачить ні можливості для використання у своїй майбутній роботі.

Перехідні процеси економіки короткострокового періоду природно вивчати в безперервному часі, використовуючи методи теорії лінійних динамічних систем.

З усього різноманіття моделей економічних процесів (детерміновані та стохастичні, балансові та оптимізаційні) лінійні моделі найбільш зручні для аналізу і обчислень та вони тому отримали більш широке використання [2].

У військовий час у якому сьогодні перебуває Україна, загострюються проблеми освоєння введених виробничих потужностей, ефективності інвестування, нарощування випуску готової продукції. Це відповідає головної миті державної військово промислової політики: «Створення умов для розвитку оборонно-промислового комплексу України з використанням механізмів державно приватного партнерства та військово-технічного співробітництва з іноземними державами для виробництва високоефективного озброєння, військової та спеціальної техніки для задоволення потреб збройних сил України, інших органів сектору безпеки і оборони, збільшення експортного потенціалу оборонно-промислового комплексу України» [4].

У сучасному науковому дискурсі спостерігається стійка тенденція до інтеграції класичних математичних методів із новітніми обчислювальними технологіями. Такий підхід дає можливість розглядати не лише аналітичні, а й чисельні аспекти рівнянь, що суттєво підвищує практичну значущість досліджень. Особливо це стосується моделей, де лінійні та нелінійні компоненти переплітаються, утворюючи складні динамічні системи. Залучення сучасних алгоритмів обробки даних та комп'ютерного моделювання дозволяє перевіряти теоретичні побудови на прикладах реальних фізичних, технічних і біологічних процесів. У такому контексті вивчення загальних властивостей диференціальних рівнянь набуває ще більшої актуальності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В процесі роботи авторами були проаналізовані праці слідуючих вчених: Аров Д. [6, 7], Ляшенко І. та Ляшенко О. [2], Самуельсон П. [3], Янцевич М. і Філиппович Г. [5], Dougherty C. [9], Gujarati D. [10], Sydsaeter K. [12].

Аналізуючи праці відомих фахівців з економіки, можливо казати про математику в економіці не просто як про проведення різного роду економічних розрахунків, а при використанні математики для вивчення економічних й соціологічних закономірностей, отримання нових теоретичних висновків, знаходження найкращих соціально-економічних рішень. Головні переваги математики як засоби наукового пізнання розкривається при побудові математичних моделей, які замінюють у деякому ступені об'єкти, що досліджується. Натурні економічні і соціологічні експерименти дуже дорогі, часто загрозливі, або зовсім не можуть бути реалізовані. Математичні моделі, які за допомогою математичних співвідношень відбивають основні якості соціологічних та економічних процесів і явищ, є ефективним інструментом дослідження складних соціально-економічних проблем.

Окрему увагу в науковій літературі займають питання стійкості та якісної поведінки розв'язків. Значний внесок зробили представники київської та харківської математичних шкіл, які розвивали ідеї застосування варіаційних методів до задач механіки та фізики. У зарубіжній літературі активно обговорюються питання побудови чисельних алгоритмів для наближеного розв'язання рівнянь у випадках, коли аналітичне представлення неможливе. Поряд із цим, зростає інтерес до синергетичного підходу, що дозволяє об'єднувати ідеї теорії динамічних систем, нелінійного аналізу та прикладних дисциплін. Таким чином, сучасний стан проблеми характеризується як багатовекторний: з одного боку – глибокі теоретичні узагальнення, а з іншого – орієнтація на практичні застосування.

Метою статті є доведення корисності використання модельного апарату теорії лінійних динамічних систем для поглибленого дослідження економічних процесів а також додаткових можливостей, що надає досвід використання цієї теорії в інших науках. Крім цього, важливим завданням дослідження є формування підґрунтя для подальшої розробки прикладних алгоритмів. Отримані теоретичні результати можуть стати основою для побудови ефективних чисельних методів, адаптованих до різних типів диференціальних рівнянь. Зокрема, це стосується методів прогнозування поведінки складних динамічних систем у техніці та природничих науках. Такий підхід дозволяє поєднати фундаментальну строгість математичного аналізу з актуальними прикладними потребами.

Виклад основного матеріалу дослідження

Проведене дослідження автори цієї статті рахують у своїй роботі слідуючим логічним етапом розгляду саме систем лінійних рівнянь, дослідження вирішення таких систем і побудова методів знаходження їх рішень.

Системи лінійних рівнянь мають доволі широкі застосунки в економіці, вони є фундаментом лінійної економіці [9, 10, 12]. Розглядаючи розв'язки таких рівнянь, слід підкреслити, що їхня поведінка може істотно відрізнятися залежно від початкових умов і параметрів системи. У класичній теорії звичайних диференціальних рівнянь ключовим є питання існування та єдності розв'язку, однак у прикладних випадках не менш важливо дослідити стабільність та асимптотичні властивості. Саме аналіз асимптотики дозволяє робити висновки про довготривалу динаміку системи, визначати, чи сходяться траєкторії до стаціонарного стану, чи виникають коливальні режими.

Крім того, в окремих випадках виникає потреба у використанні методів спектральної теорії, що дає змогу досліджувати поведінку розв'язків через властивості відповідних операторів. Наприклад, при аналізі рівнянь у часткових похідних вивчення власних значень та власних функцій стає ключовим інструментом для побудови розкладів за базисними системами.

Лінійний динамічний елемент n-го порядку прийнято задавати наступним лінійним диференціальним рівнянням:

$$\sum_{j=0}^{n} a_j y^{(i)} = \sum_{i=0}^{m} b_j x^{(i)}. \tag{1}$$

Часто в практичних завданнях використовуються елементи нульового порядку: мультиплікатор та акселератор. Наприклад, валові інвестиції I пов'язані з внутрішнім продуктом співвідношенням:

$$Y = \frac{1}{\rho} I, \tag{2}$$

де ρ – частка валових інвестицій у ВВП. Коефіцієнт посилення $\frac{1}{\rho}$ (>1) показує, наскільки має бути збільшений ВВП збільшення валових інвестицій на одиницю.

Інвестиції, у свою чергу, є мірою швидкості зміни ВВП:

$$I=r\frac{dY}{dt}\ , \tag{3}$$

де ρ – коефіцієнт акселерації, тобто приріст потреби в інвестиціях зі збільшенням ВВП на одиницю.

Елемент першого порядку, як правило, описує процес обробки заданого вхідного впливу, при цьому передбачається, що швидкість обробки пропорційна між входом і виходом:

$$\frac{dy}{dt}=\frac{1}{T}(x(t)\ -\ y(t)). \tag{4}$$

Така, наприклад, модель освоєння введених виробничих потужностей [2]. Якщо позначити через введену виробничу потужність, а через y(t) фактичне використання цієї потужності в момент часу t (фактичне виробництво на цій потужності), тоді, припускаючи, що приріст виробництва пропорційний недовикористаної потужності:

$$\Delta y=\gamma([-y)\Delta t\ , \tag{5}$$

отримаємо рівняння інерційної ланки –

$$T\frac{dy}{dt}+y=x;\ t=\frac{1}{\gamma};\ y(0)=y_0,\ y_0<x. \tag{6}$$

Розв'язання такого завдання Коші має такий вигляд:

$$y(t)=x+\left(y_0-x\right)e^{-\frac{t}{T}}. \tag{7}$$

Задача Коші в теорії диференціальних рівнянь у звичайному випадку з'являється при аналізі процесів, які у загальному варіанті визначається диференціальним законом еволюції та початковим станом системи. Якість математичної моделі для непередбачуваних економічних процесів може бути жорсткою (сутність жорсткого варіанту задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь: pns.hneu.edu.ua/pluginfile.php/293 307/pds).

Аналогічно влаштовано модель встановлення рівноважної ціни. Для ринку одного товару попит d та пропозиція S лінійно залежать від ціни:

$$\begin{gathered} d=a-bp,\ S=a+\beta p, \\ a>0,\ b>0,\ \alpha>0,\ \beta>0,\ a>\alpha. \end{gathered} \tag{8}$$

Основне припущення моделі полягає в тому, що зміна ціни пропорційна до перевищення попиту над пропозицією:

$$\Delta p=\gamma(d\text{-}S)\Delta t,\ \gamma>0, \tag{9}$$

тобто, у разі, коли d>S (попит перевищує пропозицію), ціна зростає, а інакше – падає. Звідси випливає диференційне рівняння для ціни:

$$\frac{1}{\gamma}\frac{dp}{dt}+(b+\beta)p=a\text{-}\alpha,\ p(0)=p_0. \tag{10}$$

Таким чином, знову приходимо до рівняння інерційної ланки з $T=\frac{c}{\gamma(b+\beta)}$ та $p^*=\frac{a-\alpha}{b+\beta}$ (рівноважна ціна).

У цьому сенсі відома модель Самуельсона-Хікса є лінійною динамічною ланкою другого порядку:

$$\frac{1}{1\text{-}c}\cdot\frac{d^2y}{dt^2}+\frac{1\text{-}r}{1\text{-}c}\cdot\frac{dy}{dt}+y=\frac{I+c}{1\text{-}c}. \tag{11}$$

Тут r – коефіцієнт акселерації; c – сукупний попит на споживчі товари (у цьому випадку максимальний обсяг фонду споживання); (1 - c) – схильність до накопичення (тобто жадібність); y(t) – ВВП [3].

Таке використання динамічної економічної моделі пов'язує економічні цикли із взаємодією мультиплікатора інвестицій, тобто збільшення випуску у порівнянні з ростом інвестицій, що його покликав, та акселератора – збільшення інвестицій, яке індуцирувалося зростанням випуску [3].

Аналіз лінійних економічних моделей показує, що всі вони побудовані в ході системного синтезу, що використовує три основні операції алгебри:
- (i) – складання двох диференціальних рівнянь;
- (ii) – множення двох диференціальних рівнянь;
- (iii) – множення двох диференціальних рівнянь на скаляр.

Кожному рівнянню (1) ставиться у відповідність вагова функція W(t, τ) (функція Гріна, яка використовується для вирішення лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь з обмеженими умовами), так, щоб при її згортці з x(t) виходило y(t):

$$y(t)=\int_{t_0}^{t}W(t,\tau)x(\tau)d\tau. \tag{12}$$

Всі зазначені операції можна, таким чином, представити за допомогою формальних операцій диференціювання та інтегрування, що виконуються послідовно. Операції (iii) відповідають згортці вагових функцій кожного з рівнянь:

$$\begin{gathered} A:\ \sum_{s=0}^{m} f_s\,(t)\cdot\frac{d^sy}{dt^s}=\sum_{k=0}^{m} c_k\,(t)\cdot\frac{d^k(t)E}{dt^k}, \\ B:\ \sum_{j=0}^{n} b_j\,(t)\cdot\frac{d^jy}{dt^j}=\sum_{i=0}^{n} a_i\,(t)\cdot\frac{d^ix}{dt^i}, \\ AB=C, \\ \sum_{\beta=0}^{n}\quad\sum_{k=0}^{m}\quad\sum_{f=0}^{\beta}\binom{\beta}{f}\cdot h_\beta(t)\cdot\frac{d^{\beta-f}}{dx^{\beta-f}}c_k(t)\cdot\frac{d^{(k+f)}}{dt^{(k+f)}}z= \\ =\sum_{\alpha=0}^{m}\quad\sum_{j=0}^{n}\quad\sum_{r=0}^{c}\binom{\alpha}{r}\cdot g_\alpha(t)\cdot\frac{d^{(\alpha-r)}}{dt^{(\alpha-r)}}b_j(t)\cdot\frac{d^{(j+r)}}{dt^{(j+r)}}x. \end{gathered} \tag{13}$$

Поодиноким елементом при такому визначенні множення є будь-яке рівняння виду:

$$\sum_{i=0}^{n} a_i\,(t)\cdot\frac{d^i y}{dt^i}=\sum_{i=0}^{n} a_i\,(t)\cdot\frac{d^i x}{dt^i}. \qquad (14)$$

Розглянутий метод дозволяє моделювати поведінку економічної системи за допомогою лінійних диференціальних рівнянь чи систем таких рівнянь. Такі лінійні динамічні системи еволюціонують за часом та можуть бути описані лінійним диференціальним рівнянням. Якщо динамічні системи в цілому не мають замкнутий форми вирішення, то лінійні динамічні системи можуть підлягати вирішенню впевнено точно. Можливо спробувати за допомогою набору математичних якостей для лінійної динамічної системи зрозуміти поведінку загальних соціально-економічних систем шляхом розрахунку крапок рівноваги системи.

Зауважимо тепер, як і електричні ланцюги також моделюються апаратом лінійних диференціальних рівнянь. Це міркування дозволяє провести досить повну аналогію між теорією електричних кіл та динамічною теорією економічних систем. Зазначимо, що теорія електричних ланцюгів математично значно просунутіша. Передавальної функції теорії систем тут відповідає функція імпедансу $z(\lambda)\colon U = z(\lambda)I$, де U, I – образи напруги і сил струмів після перетворення Лапласа. У теорії електричних ланцюгів коректно сформульовано і вирішено зворотне завдання: як за заданою функцією відновити багатополюсник з такою частотною характеристикою. У повному обсязі це завдання вперше вирішено Дарлінгтоном. Приклад: методика синтезу квазідвохсмугових узгоджуючих приладів в електричному ланцюзі на основі узагальненого методу Дарлінгтона розширює потенціал аналітичних переходів до вирішення складних схемотехнічних завдань [5].

Виявилося, що кожна раціональна функція р (Л) у виконанні умови її позитивності:

$$\begin{aligned} &p(\lambda)+\overline{p(\lambda)}>0 \text{ при } \lambda+\bar{\lambda}>0,\\ &p(\lambda)=\overline{p(\lambda)} \text{ при } \lambda \in R, \end{aligned} \qquad (15)$$

може бути реалізована як імпеданс двополюсника, отриманого з деякого реактивного чотириполюсника замиканням виходу деяким резистором, причому величина опору цього резистора визначається єдиним чином. Імпеданс (impedance – від лат. impedio – «перешкоджати») визначається як відношення змінного потенціалу до сигналу перемінного струму, тобто такий комплексний опір між двома вузлами ланцюга або двополюсника для гармонічного сигналу, тобто таке що перешкоджає. Надалі цей результат було посилено та узагальнено на випадок чотирьохполюсників. Дослідникам вдалося вирішити, правда для найпростішого випадку, завдання про відновлення «чорної скриньки» до кінця. А-матрицею моделюється передавальний багатополюсник, тобто конструюється відповідна електрична схема. А-матриця є найбільш інформаційно-змістовним об'єктом, що моделює структуру багатополюсника, а значить, і відповідної економічної системи. У двовимірному випадку ця матриця пов'язує образи напруга та струму на вході з образами напруги та струмів на виході із системи:

$$\begin{cases} V_1=a_{11}(\lambda)\cdot V_{11}+a_{12}(\lambda)\cdot I_{11},\\ I_1=a_{21}(\lambda)\cdot V_{11}+a_{22}(\lambda)\cdot I_{11}, \end{cases} \qquad (16)$$

де V_1, I_1 – образи напруги та сили струму на вході, а V_{11}, I_{11} – відповідно на виході системи.

Дарлінгтон досліджував вирішення загальної задачі реалізації передаточної функції за допомогою чотирьох-полюсника без втрат, у якого кінцевим навантаженням є активний опір [8, 11]. Всі схеми такого роду тепер називаються схемами Дарлінгтона [2]. Характеристичні якості матриць-функцій, які пропускають уявлення по Дарлінгтону, доволі обґрунтовано наведені у ґрунтовних працях Одеського математика Арова Д. [6, 7]. Але перше використання задач Дарлінгтона Аров Д. наводить у праці «Про метод Дарлінгтона у дослідженні систем» (1973 р.).

Лінійній багатозв'язковій динамічній системі зазначеного типу відповідає економічна модель у формі динамічного міжгалузевого балансу – динамічна модель Леонтьєва:

$$\frac{dx}{dt}=B^{-1}(E-L)x-B^{-1}c(t), x(0)=x^0, \qquad (17)$$

де c(t) – заданий вектор кінцевого виробничого споживання;

x(t) – шуканий вектор валових випусків;

L – матриця прямих витрат, елементи якої l_{ij} показують, скільки одиниць i-го продукту необхідно для виробництва однієї одиниці j-го продукту;

B – матриця приростних фондоємностей, елементи якої b_{ij} показують, скільки одиниці i-го продукту необхідно зробити для збільшення річного виробництва j-го продукту на одиницю.

У сучасних дослідженнях все частіше застосовують комбіновані методики: спочатку отримують аналітичні оцінки, які окреслюють можливий діапазон поведінки розв'язку, а далі перевіряють ці оцінки за допомогою комп'ютерного експерименту. Такий підхід забезпечує високу надійність висновків і відкриває можливості для практичного використання результатів.

Окремо слід відзначити роль символьних обчислювальних систем, що дозволяють автоматизувати виведення проміжних формул і спростити громіздкі розрахунки. У поєднанні з візуалізацією результатів це створює новий рівень наочності та сприяє глибшому розумінню структури розв'язків.

Таким чином, сучасний підхід до вивчення загальних властивостей диференціальних рівнянь поєднує строгі математичні методи з інструментами обчислювальної математики, що значно розширює можливості аналізу складних систем.

Висновки

Проведене дослідження засвідчило вагомість застосування системного підходу до інтеграції математичних методів у сферу економічного аналізу та прогнозування. Використання сучасного математичного апарату не лише розширює можливості дослідника у виявленні закономірностей та структурних зв'язків, але й забезпечує більш високий рівень обґрунтованості управлінських рішень. У роботі було доведено, що аналітичні моделі сприяють формуванню ефективних стратегій розвитку, дозволяючи знижувати рівень невизначеності та ризику в умовах динамічних соціально-економічних процесів.

У динамічній моделі міжгалузевого балансу В. Леонтьєва, на відміну від статичної (де не аналізуються розподіл, використання й виробнича ефективність інвестицій), відбивається процес розвитку національної економіки, виробничі капітальні вкладення зі складу кінцевої продукції, а також досліджується їх структура та вплив на зростання обсягів виробництва. Намагання використовувати математику як інструмент дослідження притаманне ще засновникам економічної науки – Петті У. (1623-1687 рр., «Політична арифметика»), Кене Ф. (1694-1774 рр., «Економічна таблиця»). Можливо рахувати всесвітньовідому міжгалузеву модель «витрати-випуск» (метод input-output) Леонтьєва В. подальшим логічним кроком від економічної таблиці Кене Ф.

Таким чином, застосування алгоритму, запропонованого Дарлінгтоном, дозволяє відновлювати інформацію про значення основних економічних параметрів для динамічної моделі Леонтьєва. Більш того, властивості А-матриці відповідної економічної системи та виражаються через інваріанти А-матриці відіграють роль фінансових показників цієї моделі.

У господарській практиці людини математика використовуються з моменту свого народження. На протязі тисячоліть арифметика і геометрія використовувались для різноманітних вимірювань та обчислень. Подальший розвиток математики довгий час визначався в основному потребами природних і технічних наук, а також внутрішньою логікою розвитку математики. Та лише за останній час виникла нагальна потреба в математиці Стосовно сфери соціальних та гуманітарних наук. Така потреба з'явилася завдяки великим можливостям математичного моделювання.

Окремої уваги заслуговує потенціал математичного моделювання у прогнозуванні макро- та мікроекономічних показників, що створює передумови для оптимізації ресурсів і підвищення результативності господарської діяльності. Таким чином, математичні методи стають не лише інструментом теоретичного пізнання, а й практичним засобом підвищення конкурентоспроможності та стійкості економічних систем.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку адаптивних методів розв'язання, які автоматично враховуватимуть особливості конкретного рівняння чи системи рівнянь. Також доцільно спрямувати на розширення спектра моделей, адаптованих до умов швидких трансформацій глобальної економіки.

Це відкриє перспективи для більш точного моделювання процесів у природничих науках, техніці та економіці. Крім того, важливим напрямом є інтеграція математичних результатів із сучасними інформаційними технологіями, зокрема штучним інтелектом, що дозволить створювати інтелектуальні системи аналізу та прогнозування динаміки складних об'єктів.

Abstract

The article considers the relevance of the application of mathematical modeling and information technologies in the economy, especially in the conditions of market transformations and wartime in Ukraine. It is emphasized that a modern economist cannot work effectively without using models to analyze complex socio-economic processes.

The purpose of the study is to systematize approaches to integrating mathematical apparatus into economic research and managerial practice. Full-scale experiments are too expensive and risky, so mathematical models are the optimal tool for finding solutions and forecasting. Particular attention is paid to the theory of linear dynamic systems, which allow studying short-term economic processes, building investment multiplier and accelerator models, analyzing the development of production capacities, the formation of equilibrium prices, economic cycles according to the Samuelson–Hicks model. It is demonstrated that linear equations and their systems are the foundation of mathematical economics, and the methods of their solution allow obtaining accurate results and determining equilibrium points. Parallels are drawn between economic and electrical engineering models: impedance and Darlington A-matrices find analogies in reproducing the dynamics of economic systems.

The application of these approaches expands the possibilities for the analysis of complex inter-industry relationships. The Leontiev dynamic model is shown as an example of using a system of differential equations to reflect the development of the economy, the structure of capital investments and their impact on production growth. The work proves that the Darlington algorithm can be used to restore significant economic parameters, and the invariants of the A-matrix act as financial indicators of the system. It is concluded that mathematics has been a tool for measurements and calculations since ancient times, but only recently has it become necessary in the social and human sciences due to its wide modeling capabilities.

The use of mathematical apparatus in combination with information technologies opens up new ways for a deeper understanding of the patterns of economic processes and increasing the effectiveness of state economic

policy. In addition, the results of the study prove that the integration of mathematical tools with economic problems opens up new directions for forecasting, planning, and optimizing solutions. Further research should focus on improving adaptable models that account for global transformational processes and regional specifics.

Список літератури:

1. Лем Г. Аналогові та цифрові фільтри, 1982. 592с.
2. Ляшенко І.М., Ляшенко О.І. Математика для економістів: навчальний посібник. За редакцією Ю.Г. Лисенко. Донецьк: ДДУ, 1998. 228с.
3. Самуельсон П. Економіка. Алгон, 1992. Т.1. 334 с.; Т.2. 415 с.
4. Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу України. Затверджено Указом Президента України. №373/2021 від 20.08.2021р. Урядовий кур'єр, 2021. №162. С. 9-11.
5. Янцевич М.А., Філиппович Г.А. Методика синтезу квазідвохполосових узгоджуючих приладів. Доповіді БГУІР, 2020. №18(2). С. 71-79. DOI: 10.35596/1729-7648-2020-18-2-71-79.
6. Azov D., Dym H. Bitangential Direct and Inverse for Systems of Integral and Differential Equations. Cambridze University Press, 2012. 472p.
7. Azov D.Z., Staffans O.J. Linear State / Signal Systems. Cambridge University Press, 2022. 1080p.
8. Darlington S. Synthesis of Reactance 4-Polis, J. Math.Phys., 18, 257-353 (1939).
9. Dougherty C. Introduction to econometrics. 6th ed. Oxford univ.press, 2002. 436 p.
10. Gujarati D. Basic econometrics. 3th ed. McGraw-Hill Inc., 2004. 838 p.
11. Hazony D. Two Extensions of the Darlington Synthesis Procedure, IEEE Trans. Circuit Theory, CT-8, 284-88, 1961.
12. Sydsaeter K., Hammond P. Essential Mathematics for Economic Analysic. Prentice Hall, 2002. 684 p.

References:

1. Lem G. (1982). Analog and digital filters, 592 p. [in Ukrainian].
2. Lyashenko I.M., Lyashenko O.I. (1998). Mathematics for economists: a textbook. Edited by Yu.G. Lysenko. Donetsk: DDU, 228 p. [in Ukrainian].
3. Samuelson P. (1992). Economics. Algon, T.1. 334 p.; T.2. 415 p. [in Ukrainian].
4. Strategy for the development of the defense-industrial complex of Ukraine. Approved by the Decree of the President of Ukraine. (2021). No. 373/2021 dated August 20, 2021. Government Courier, No.162. P. 9-11. [in Ukrainian].
5. Yantsevich, M.A., & Filippovych, G.A. (2020). Methodology for the synthesis of quasi-two-band matching devices. Reports of the BSUIR, No.18(2). P. 71-79. DOI: 10.35596/1729-7648-2020-18-2-71-79 [in Ukrainian].
6. Azov, D., & Dym, H. Bitangential. (2012). Direct and Inverse for Systems of Integral and Differential Equations. Cambridze University Press, 472 p. [in English].
7. Azov, D.Z., & Staffans, O.J. (2022). Linear State. Signal Systems. Cambridge University Press, 1080 p. [in English].
8. Darlington, S. (1939). Synthesis of Reactance 4-Polis, J. Math.Phys., 18, 257-353 [in English].
9. Dougherty C. (2002). Introduction to econometrics. 6th ed. Oxford univ. press, 436 p. [in English].
10. Gujarati D. (2004). Basic econometrics. 3th ed. McGraw-Hill Inc., 838 p. [in English].
11. Hazony D. (1961). Two Extensions of the Darlington Synthesis Procedure, IEEE Trans. Circuit Theory, CT-8, 284-88 [in English].
12. Sydsaeter K., Hammond P. (2002). Essential Mathematics for Economic Analysic. Prentice Hall, 684 p. [in English].

Посилання на статтю:
Захарченко В.І. Економіко-математичне моделювання збільшення виробничої потужності підприємства в умовах змін / В.І. Захарченко, М.Д. Швагірев // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2026. – № 1 (83). – С. 65-70. – Режим доступу: https://economics.net.ua/files/archive/2026/No1/65.pdf.
DOI: 10.15276/ETR.01.2026.7. DOI: 10.5281/zenodo.19701492.

Reference a Journal Article:
Zakharchenko V.I. Economic and Mathematical Modeling of Increasing the Production Capacity of an Enterprise in Conditions of Change / V.I. Zakharchenko, M.D. Shvahirev // Economics: time realities. Scientific journal. – 2026. – № 1 (83). – P. 65-70. – Retrieved from: https://economics.net.ua/files/archive/2026/No1/65.pdf.
DOI: 10.15276/ETR.01.2026.7. DOI: 10.5281/zenodo.19701492.