

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

*У статті термінологічно упорядковано економіко-математичні методи економічного аналізу, визначено власне розуміння категоріального апарату, запропоновано підхід до аналізу господарської діяльності підприємства.*

*Ключові слова:* економіко-математичне моделювання, підприємство, господарська діяльність, економічний аналіз, модель.

**Актуальність проблеми.** Економіко-математичне моделювання є універсальним інструментом аналізу та дослідження виробничих та фінансово-господарських процесів і явищ, важливим напрямком підвищення ефективності діяльності підприємств та їх структурних підрозділів. У зв'язку із зростанням рівня розвитку виробництва, прискоренням темпів науково-технічного прогресу та підвищенням ефективності споживання природних ресурсів удосконалюється сучасна економічна практика, скорочуються терміни проведення аналізу та поширюється використання методів економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій обробки даних.

**Аналіз наукових джерел і публікацій** свідчить, що вживання методів економіко-математичного моделювання в економіці має довготривалу історію. Так засновник класичної школи політичної економіки В. Петті у передмові до «Політичної арифметики» підкреслював, що замість того, щоб використовувати слова для порівняння чи відзначення переваги, використовуючи при цьому абстрактні аргументи, доцільніше виражати свої думки мовою чисел, ваги і вимірів. Також не варто забувати, що історично першою моделлю суспільного виробництва була економічна таблиця Ф. Кене. У 1758 р. був надрукований перший варіант цієї таблиці, другий варіант – «Арифметична формула» – опублікований у 1766 р. У працях Ф. Кене запропоновано графічно-числову модель процесу суспільного відтворення, руху складових частин суспільного продукту, описані стосунки між класами в процесі виробництва і розподілу продукції та доходів.

Значними розробками питань використання методів економіко-математичного моделювання є праці французького математика О. Курно, німецького дослідника Г. Госсена, англійських вчених В. Девонса, Ф. Еджворда і Д. Кейнса, швейцарського дослідника Л. Вальраса, шведського математика Г. Капселя, італійського інженера, соціолога і економіста В. Парето, російського економіста В. Дмитрієва, норвезького ученого Р. Фріша. Дослідники розробили моделі окремої та загальної рівноваги і умов використання й оптимального розподілу ресурсів, умов рівноваги обміну і споживання.

Вагомий внесок у впровадження методів математичного моделювання в економіку зробили такі вчені як, Б. Буркинський, В. Вітлінський, Б. Грабовецький, В. Здрок, Л. Канторович, В. Леонтьєв, Р. Лєпа, В. Осипов, Дж. Робінсон, Є. Слуцький, Р. Солоу, М. Туган-Барановський, Е. Фелпс та інші. За допомогою економіко-математичних методів вони побудували свої теорії, здійснили практичні розрахунки, дали обґрунтовані висновки, спрогнозували й оцінили ризики багатьох економічних явищ і процесів.

**Невирішені частини проблеми.** В Україні відомими вченими систематизовані існуючі і розробляються нові підходи до інтерпретації та змістовного наповнення економіко-аналітичних процедур, що використовуються до суб'єкта господарювання як найбільш вагомий елемент будь-якої економічної системи [1; 4; 10]. Проте, незважаючи на різноплановість та глибину проведених наукових розвідок, проблема використання економіко-математичного моделювання господарської діяльності підприємства потребує подальших наукових розробок.

**Метою** статті є спроба сформулювати власне розуміння категоріального апарату, термінологічно упорядкувати економіко-математичні методи економічного аналізу та запропонувати підхід до змісту аналізу господарської діяльності підприємства.

**Постановка проблеми.** Дослідження господарської діяльності підприємства – це один з етапів економічного аналізу можливих варіантів розвитку, що допомагає обґрунтувати і обрати оптимальні стратегічні управлінські рішення.

Універсальним інструментарієм економічного аналізу є економіко-математичне моделювання як один із основних, універсальних методів емпіричного дослідження. Моделювання – це специфічний засіб і форма наукового пізнання; наукова теорія побудови організаційних та інформаційних моделей, які дають змогу досліджувати явища, процеси в природі і суспільному житті, а також оптимі-

зувати проведені дослідження за якісними характеристиками та у часі. Процес побудови економіко-математичних моделей є складним, слабо структурованим і характеризується значною невизначеністю інформації, високою динамічністю процесів, що відбуваються, зміною цільових настанов, багатокритеріальністю. Під моделлю розуміють образ реального процесу (явища), що відтворює дійсність у спрощеній і наочній формі. Модель залежно від групи економічно однорідних об'єктів конкретизують у частині диференціації об'єктів, джерел інформації, методичних прийомів і узагальнення результатів дослідження. Враховуючи зазначене, можна констатувати, що моделювання – це матеріальне чи уявне імітування реально існуючої системи шляхом спеціального конструювання аналогів (моделей), у яких відтворюються принципи організації та функціонування цієї системи. За допомогою моделювання, зокрема, встановлюють нормативно-правову і фактографічну інформацію стосовно об'єкта, утворюють його інформаційний образ [2]. Так, наприклад, моделювання бухгалтерських процедур є одним із засобів концептуальної реконструкції фактів господарського життя і процесів, конструювання моделей бухгалтерських процедур. Прикладом моделювання в обліку є План рахунків. Основними моделями в системі бухгалтерського обліку є рахунки та інформаційні зв'язки між ними – бухгалтерські проводки, що відображають економічні та правові відносини між учасниками господарського процесу.

Існують різні системи класифікації методів, що використовуються в економічному аналізі господарської діяльності підприємства. Ознаки класифікації значною мірою умовні. Наприклад, задачі управління запасами можуть вирішуватися методами математичного програмування та із використанням теорії масового обслуговування. Задачі сітьового планування і управління розв'язуються різноманітними математичними методами. Так, методи елементарної математики використовуються в економічних розрахунках при обґрунтуванні потреб у ресурсах, обліку витрат на виробництво, розробці планів, проектів, при балансових розрахунках тощо. Розповсюдженні в економічному аналізі методи математичної статистики. Методи застосовуються у випадках, коли зміну показників, що аналізують, можна представити як випадковий процес.

Статистичні методи відіграють важливу роль у прогнозуванні поведінки економічних показників. Коли зв'язок між характеристиками, що аналізуються, не детермінований, а стохастичний, використання статистичних та імовірнісних методів є практично єдиним інструментом дослідження. Широкого розповсюдження в економічному аналізі отримали методи множинного та парного кореляційного аналізу.

Синтез економічної теорії, математики і статистики позначено напрямком «економетрія», в рамках якого будуються математико-статистичні моделі економічних процесів, використовуються методи математичної статистики для визначення параметрів цих моделей. Одним із розділів економетрії є кореляційно-регресивний аналіз як сукупність математичних методів, за допомогою яких досліджуються взаємозв'язки кореляційно зв'язаних змінних.

Багато економіко-математичних методів ґрунтуються на понятті нормального закону розподілу, що обумовлене такими факторами. По-перше, спостерігається, що при експериментах і спостереженнях багато випадкових величин мають розподіл, близький до нормального. По-друге, навіть коли розподіл випадкової величини не є нормальним, його за допомогою певних перетворень можна звести до близького до нормального (наприклад, квазінормального) або нормального. По-третє, нормальний розподіл може служити апроксимацією для інших розподілів (наприклад, біноміального). Таким чином, для коректного застосування економіко-статистичних методів (наприклад, кореляційно-регресійного аналізу) потрібна перевірка основних передумов цих методів, яка зазвичай зводиться до перевірки нормальності законів розподілу змінних.

Матричні методи і моделі використовуються для дослідження складних і великорозмірних структур. Найбільшого поширення в сучасній економіці отримала модель (метод) аналізу економіки «витрати-випуск», запропонована у 1936 р. В. Леонтьєвим. Ця матрична (балансова) модель дозволяє у зручній і найбільш компактній формі представити взаємозв'язок витрат і результатів виробництва. Модель має чітку економічну інтерпретацію, що важливо при створенні систем механізованої обробки даних, при плануванні виробництва продукції з використанням комп'ютера.

Основний засобом планових розрахунків, зразком розв'язання задач оптимізації виробничо-господарської діяльності є методи математичного програмування, які дозволяють оцінювати напруженість планових завдань, визначати лімітуючі групи устаткування, види сировини і матеріалів, одержувати оцінки дефіцитності виробничих ресурсів тощо.

Для прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності на підприємствах варто використовувати теорію ігор.

Теорія масового обслуговування досліджує на основі теорії ймовірностей математичні методи кількісної оцінки процесів масового обслуговування. Так, кожне із структурних підрозділів промислового підприємства можна представити як об'єкт системи обслуговування. Кількість вимог на обслуговування і часові інтервали між їхнім надходженням носять випадковий характер, їх не можна однозначно спрогнозувати, але вони підкоряються певним статистичним закономірностям.

В економічній науці спостерігається зацікавленість до формалізації методів емпіричного пошуку оптимальних умов протікання процесів, що використовують людський досвід та інтуїцію. Евристичні методи – це неформалізовані методи розв'язки економічних задач, що пов'язані з господарською ситуацією, яка сформувалась, на основі інтуїції, минулого досвіду, експертних оцінок фахівців тощо.

Застосування того або іншого методу в економічному аналізі спирається на методологію економіко-математичного моделювання господарських процесів і науково-обґрунтовану класифікацію методів і задач аналізу.

Всі економіко-математичні методи поділяються за ознакою оптимальності на оптимізаційні і не оптимізаційні, за ознакою одержання точного розв'язку на точні та наближені.

В аналізі господарської діяльності часто поєднують балансові і факторні методи. Балансовий метод – це метод аналізу структури, пропорцій, співвідношень господарської діяльності. Метод застосовується як спосіб зіставлення взаємопов'язаних показників господарської діяльності з метою з'ясування і обчислення їх взаємного впливу, а також підрахунку резервів підвищення ефективності виробництва. При цьому зв'язок між досліджуваними показниками виражається у формі рівності підсумків (баланс), отриманих під час різноманітних зіставлень. Встановлювана балансовим методом рівність підсумків означає, що в аналізі враховані всі взаємодіючі чинники, відображають їх економічні показники і зв'язок між ними представлений правильно. Факторний аналіз – це метод комплексного та системного аналізу господарської діяльності, пошуку і класифікації факторів, що впливають на економічні явища і процеси, з виявленням причинно-наслідкових зв'язків, що впливають на зміну конкретних показників господарської діяльності. При дослідженні економічних процесів використовують такі методи факторного аналізу як метод головних компонент, кореляційний аналіз та метод максимальної правдоподібності.

Якщо факторний аналіз є багатомірним аналізом залежностей між зміною факторів, то кластерний аналіз є одним із методів багатомірного аналізу, що використовується для групування (кластеризації) сукупності, елементи якої характеризуються багатьма ознаками. Процес кластеризації є трудомістким, тому доречно його здійснювати на комп'ютері з використанням відповідного програмного забезпечення (наприклад, у середовищі Visual Basic for Application для Microsoft Excel).

Господарська діяльність підприємства досліджується як загальнонаукове поняття, тобто як явище, закон та принцип. Господарська діяльність проявляє себе водночас як процес, як результат та як іманентна властивість. Господарська діяльність підприємства розглядається як довготривала сукупність процесів кількісних, якісних і структурних змін у його діяльності, зумовлених властивістю підприємства до розвитку, до досягнення певного заданого результату, яким є якісно новий стан підприємства, що характеризується збільшенням його потенціалу, спроможністю адаптуватись до змін у зовнішньому середовищі, здатністю протидіяти його негативному впливу, підвищенням життєздатності, наявністю нових властивостей і спроможністю виконувати нові функції або вирішувати нові завдання.

Аналіз господарської діяльності підприємства здійснюється з застосуванням такого універсального інструмента як математичне моделювання економічних явищ і процесів. Процес моделювання звичайно відбувається в три етапи:

- аналіз теоретичних закономірностей та емпіричних даних про господарську діяльність підприємства та формування моделі;
- визначення раціональних методів рішення задачі;
- аналіз отриманих результатів.

На першого етапу моделювання важливим завданням є чітке формулювання кінцевої мети побудови моделі, а також визначення критерію, згідно з яким будуть порівнюватися різні варіанти розв'язку. Такими критеріями можуть бути: найбільший прибуток, найменші витрати виробництва, максимальне завантаження устаткування, продуктивність праці та ін. Наприклад, необхідно проаналізувати програму виробництва продукції з метою виявлення резервів підвищення прибутку в залежності від впливу структурного зрушення в асортименті. Критерієм оптимальності в даному випадку при побудові економіко-математичної моделі виступає максимум прибутку.

$$F = \sum_{i=1}^n \Pi_i x_i \rightarrow \max \quad (1)$$

де  $x_i$  – кількість виробленої продукції і-виду,  $\Pi_i$  – прибуток від виробництва одиниці продукції і-виду.

Звичайно передбачається обмеженість ресурсів, які витрачаються на виробництво продукції (сировина, трудові ресурси, потужність устаткування тощо). Важливо визначити які ресурси є вирішальними для виробничого процесу, який їх запас і витрати кожного виду ресурсу на одиницю продукції. Усі обмеження, які описують економічний процес, повинні бути сумісними, тобто повинен існувати хоч би один розв'язок задачі, що задовольняє всім обмеженням.

$$\sum_{i=1}^n a_{ki} x_i \leq v_k, \quad k = \overline{1, m} \quad 2)$$

де  $a_{ki}$  – норма витрат  $k$ -го виробничого ресурсу на виробництво одиниці продукції і-виду;  $v_k$  – запаси  $k$ -го виду виробничого ресурсу на період часу, що розглядається.

Зауважимо, що багато процесів є однотипними і можуть описуватися однаковими моделями. В економічному аналізі використовуються математичні моделі, які описують досліджуване явище або процес за допомогою рівнянь, нерівностей, функцій та інших математичних засобів. Модель господарської діяльності має враховувати складну природу підприємства як процесу, результату та властивості та адекватно відображати його розвиток. Підприємство є відкритою, динамічною, багаторівневою системою. Відповідно, виникає потреба у застосуванні в процесі управління господарською діяльністю таких методів та моделей, які б дозволили планувати, організовувати, мотивувати та контролювати підприємницьку діяльність з точки зору розгляду підприємства як системи та з врахуванням його особливостей. Враховуючи це, можна констатувати, що при моделюванні господарської діяльності підприємства ми не можемо обмежитися однією моделлю, бо вона, враховуючи комплексність господарської діяльності вийшла б надто складною. Ми пропонуємо цілісну модель, що включає п'ять часткових порівняно незалежних одна від одної моделей: модель спроможності підприємства до розвитку, модель вибору стратегії розвитку підприємства, модель вибору вектору розвитку, модель вибору базису розвитку і модель результату розвитку підприємства. Результати кожної попередньої моделі використовуються для побудови наступної моделі. Всі моделі тісно пов'язані між собою. Зв'язок моделей у пропонованій цілісній моделі розвитку підприємства має багатокритеріальний, наслідково-причинний характер. Зв'язок багатокритеріального характеру проявляється в наявності залежностей характеристик сукупності моделей розвитку підприємства за певними критеріями; наслідково-причинний зв'язок – в хронологічно послідовному використанні моделей, тобто результати кожної з моделей використовуються в інших моделях як певна первісна інформація.

На другому етапі моделювання обирається раціональний математичний метод розв'язання задачі. Всі п'ять моделей можливо реалізувати на основі використання нечіткої логіки, дерева логічного висновку, матричних моделей, аналітичних адитивно-мультиплікативних моделей та переважного критеріального вибору. На третьому етапі потрібно враховувати ступінь відповідності отриманих результатів і висновків реальним умовам виробництва, економічний зміст отриманих оцінок. Якщо одержані результати не будуть відповідати реальним виробничим умовам, то необхідно проаналізувати причини невідповідності, якими може бути недостатня достовірність інформації або невідповідність математичних методів і схем особливостям економічного об'єкта. Після визначення причини невідповідності, у модель вносять відповідні корективи і повторюють процес розв'язування задачі.

*Висновки.* Стабільність та ефективність функціонування українських підприємств в несталих ринкових умовах залежить від якості, швидкості, гнучкості, точності та своєчасності прийняття управлінських рішень, пов'язаних з фінансово-господарською діяльністю, а також з визначенням перспективних напрямків функціонування підприємств. Зазначене можливе лише при наявності ефективного інструментарію моделювання сценаріїв ведення фінансово-господарської діяльності підприємств та їх оцінки з вагомим обґрунтуванням наслідків від вибору кожного з них. Отже, питання економіко-математичного моделювання фінансово-господарської діяльності підприємства, що досліджується у статті, є актуальним. Також у статті, дотримуючись логічно найменш суперечливого ланцюга дефініцій, проведена певна термінологічна впорядкованість економіко-математичних методів аналізу господарської діяльності підприємства. Відзначимо, що результативність економіко-математичного

моделювання господарської діяльності підприємства обумовлюється значною мірою коректністю постановки задачі, професійним застосуванням прийомів і методів аналізу, вмільм використанням сучасних інформаційних технологій обробки даних і пакетів прикладних програм.

### *Література*

1. Амоша А. И. Каноны рынка и законы экономики. Кн. 1. Методология экономико-математического анализа / А. И. Амоша, Е. Т. Иванов. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 1998. – 420 с.
2. Зацеркляний М. М. Економіко-математичне моделювання: навч. посіб. / М. М. Зацеркляний, С. О. Кузніченко. – К. : «Прецедент», 2012. – 360 с.
3. Мішура Ю. С. Теоретично-ймовірнісні та статистичні методи в економетриці та фінансовій математиці / Ю. С. Мішура, В. М. Пархоменко, М. Й. Ядренко. – К. : Інформтехніка, 1995. – 380 с.
4. Мних Є. В. Економічний аналіз: підручник / Є. В. Мних. – К. : Центр навчальної літератури, 2011. – 412 с.
5. Монахов А. В. Математические методы анализа экономики / А. В. Монахов. – СПб. : Питер, 2002. – 176 с.
6. Піддубна Л. В. Інформація як складова економічного розвитку суспільства / Л. В. Піддубна // Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право : науковий журнал. – К. : УДУФМТ, 2012. – № 3. – С. 122–131.
7. Петров Е. Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах : навч. посіб. / Е. Г. Петров, М. В. Новожилова. – К. : Техніка, 2004. – 256 с.
8. Самойленко М. І. Дослідження операцій (Математичне програмування. Теорія масового обслуговування) : навч. посіб. / М. І. Самойленко, Б. Г. Скоков. – Х. : ХНАМГ, 2005. – 176 с.
9. Схрейвер А. Теория линейного и целочисленного программирования : в 2-х т. / А. Схрейвер – М. : Тандем, 1991. – 360 с.
10. Шморгун Н. П. Фінансовий аналіз: навч. посібник / Н. П. Шморгун, І. В. Головка. – К. : ЦНЛ, 2006. – 528 с.

Поддубная Л. В.

### **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*В статье терминологически упорядочены экономико-математические методы экономического анализа, определен категориальный аппарат, предложен алгоритм анализа хозяйственной деятельности предприятия.*

**Ключевые слова:** *экономико-математическое моделирование, предприятие, хозяйственная деятельность, экономический анализ, модель.*

Piddubna L.

### **CONCEPTUAL ASPECTS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING ECONOMIC ACTIVITIES OF ENTERPRISES**

*Article terminology ordered economic and mathematical methods of economic analysis, defined categorical apparatus and an algorithm for the analysis of economic activity of the enterprise.*

**Keywords:** *economic and mathematical modeling, company, economic activity, economic analysis, model.*

*Надійшла до редколегії 15.01.2014*