

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

*Бродський Ю. Б., к.т.н., доцент,
Тимонін Ю. О., к.т.н., доцент*

Постановка проблеми. В області економіко-математичного моделювання, незважаючи на відомі досягнення, як і раніше, актуальною залишається проблема побудови адекватних моделей. Неадекватність моделей не тільки знижує точність розрахунків, але й обмежує можливості вирішення завдань аналізу, синтезу, оптимізації та ін. Особливо актуальна ця проблема для моделювання бізнес-діяльності підприємств. Враховуючи невизначеність способів верифікації моделей, проблема проявляється не стільки в тому, що моделі неадекватні, скільки в тому, що невідомо, наскільки вони неадекватні. В основі проблеми лежить відсутність практики застосування формальних теоретичних підстав економіки для побудови економіко-математичних моделей.

Аналіз останніх досліджень. Відомі методи моделювання підприємств використовують імітаційні моделі, отримані евристичним шляхом. До найбільш поширених методів можна віднести методологію IDEF і системну динаміку. Основний концептуальний принцип методології IDEF [1] – представлення об'єкта у вигляді набору взаємодіючих блоків, що імітують процеси, операції, дії. Однак ця методологія, заснована

на графічному поданні об'єктів за допомогою великої кількості змінних і блоків, недостатньо формалізована, що ускладнює побудову економіко-математичних моделей. Застосування системного підходу знайшло відображення в системо-динамічних моделях [2], які складаються з набору абстрактних елементів, що представляють деякі характеристики модельованої системи. Для імітаційної моделі підприємства складаються сотні математичних рівнянь, що характеризують взаємозалежні потоки матеріалів, замовлень, коштів, обладнання, робочої сили, інформації тощо. Однак, як зазначено в *де чи ким* [3], криза нерозуміння методу системної динаміки, недостатня структуризація і концептуалізація моделей стримують застосування цього інструментарію.

Для переходу від евристичних моделей до моделей, побудованих на теоретичних підставах, потрібна розробка і застосування нових підходів і методів моделювання, які за рахунок структуризації та концептуалізації забезпечують не тільки підвищення адекватності, а й зменшення складності.

Мета, об'єкт і методика дослідження. Об'єктами дослідження є методи та математичні моделі економічних об'єктів. Предметом дослідження є теоретична база і методологія функціонального математичного моделювання. Мета дослідження – розробка та обґрунтування методології побудови та застосування адекватних і універсальних структурно-функціональних економіко-математичних моделей. Теоретичною базою дослідження є формальна теорія абстрактних економічних систем, що відображає застосування системного підходу до моделювання економічних об'єктів.

Результати досліджень. В основі методології функціонального моделювання економічних систем лежить теоретичний спосіб отримання взаємопов'язаних структурних і функціональних моделей економічних систем. Застосування цього підходу дозволяє формувати структурно-функціональні економіко-математичні моделі (СФЕМ–моделі), які мають універсальний характер.

У змістовному відношенні СФЕМ–модель описує таку феноменологічну характеристику бізнес-діяльності підприємств, як економічне зростання ресурсів. СФЕМ–модель підприємства задається сукупністю структурних і функціональних компонентів, взаємодія яких зумовлює процес збільшення власного капіталу. Високий рівень адекватності моделі економічного зростання забезпечується за рахунок єдності змісту і форми. Оскільки зміст визначається процесом і описується функціональною моделлю, а форма – структурою, то єдність змісту і форми забезпечується за рахунок застосування загальної структурно-функціональної моделі. Особливий інтерес представляє застосування СФЕМ–моделі на компонентному рівні, де описується зростання окремих ресурсів. Структурно-функціональна модель ресурсу розглядається як універсальний компонент економіко-математичної моделі підприємства [4]. При цьому компонентний базис за рахунок самоподібності скорочується до однієї універсальної моделі, а відмінність моделей компонентів проявляється в значеннях параметрів конкретних ресурсів.

Концептуальний характер СФЕМ–моделі забезпечується за рахунок універсальності компонентної моделі ресурсу та системно-теоретичного підходу, який полягає в тому, що ресурс розглядається як економічна система, для якої справедливі положення теорії економічних систем [5]. Для економічної системи в якості фазових змінних використовують вартість $X(t)$ і рентабельність $\varphi(t)$. Закони економічних систем задані рівняннями цілісності $x = v + y$ та прибутковості $y = \varphi \int x dt$, де $x = X'$, $v = V'$, $y = Y'$ – відповідно потоки повної, основної та додаткової вартості. Елементарна модель отримана шляхом об'єднання законів економічних систем, заданих рівняннями цілісності та прибутковості і має вигляд диференціального рівняння першого порядку $X' = \varphi X + v$. Функціональна схема концептуальної моделі містить контур позитивного зворотного зв'язку, який обумовлює експонентний характер рішення – функції вартості ресурсу. Елементарну СФЕМ–модель можна деталізувати, наприклад, шляхом урахування втрат,

що призводить до нелінійного диференціального рівняння другого порядку [6] $a_2 XX'' + (1 + a_1 X)X' + (a_0 X - \varphi)X = v$, де a_0, a_1, a_2 – параметри втрат, пов'язаних з податками, процентними платежами, дивідендами і т.п. При дискретизації елементарна СФЕМ-модель спрощується і приймає вигляд сукупності алгебраїчних рівнянь $X(k+1) = X(k) + Y(k)$, $Y(k) = \varphi(k)X(k)$, де k – змінна дискретного часу. Для побудови СФЕМ-моделі підприємства необхідний набір моделей ресурсів та правила композиції фазових змінних. Оскільки СФЕМ-модель ресурсів отримана теоретичним шляхом, адекватність моделей підприємства можна оцінювати і контролювати за ступенем відповідності моделі економічної системи.

Концептуальний характер СФЕМ-моделі проявляється, зокрема, ще й у тому, що структурна і функціональна моделі пов'язані відносинами типу «аналіз–синтез». Процедура аналізу розглядається як перетворення структурної моделі у функціональну модель, процедура синтезу – як перетворення функціональної моделі в структурну модель. Тому повна діаграма перетворень виду: «структурна модель – аналіз – функціональна модель – синтез – структурна модель» є замкнутою. Процедури аналізу та синтезу ресурсів мають математичне вираження [7], що дозволяє коректно ставити і вирішувати різні завдання аналізу та оцінювання ресурсів. На відміну від відомих методів економічного аналізу, які дають недостовірні оцінки, методи аналізу ресурсів чинності однозначної відповідності структурної та функціональної моделей забезпечують точне рішення. Розрахунки показують істотне розходження значень оцінок, отриманих методами економічного аналізу та аналізу ресурсів.

Повнота СФЕМ-моделі дозволяє ставити і вирішувати задачі оптимізації ресурсів методами нелінійного програмування з використанням комп'ютерних програм. Можливі постановки прямих (як при заданих ресурсах отримати найбільший результат) і зворотних (як заданий результат забезпечити найменшими ресурсами) задач. Оптимізація дозволяє визначити, як при найменших витратах ресурсів отримати кращий результат. Розрахунки показують, що реальні підприємства працюють з ресурсами, далекими від оптимальних значень.

Висновки. Розроблено методологію структурно-функціонального математичного моделювання, в основу якої покладено теоретичний спосіб отримання моделей економічних систем. На концептуальному рівні побудована універсальна математична модель економічної системи, для деталізації якої використаний облік диференціальних втрат. Сформульовано задачі аналізу, синтезу та оптимізації ресурсів для структурно-функціональної моделі підприємства. Високий ступінь адекватності структурно-функціональних моделей дозволяє отримати повний фінансовий опис різних аспектів бізнес-діяльності, включаючи зростання власного капіталу. За рахунок концептуального і універсального характеру СФЕМ-моделей забезпечується простота описів і розширення спектру задач економічного управління та методів їх вирішення, включаючи нові процедури аналізу, синтезу, оптимізації ресурсів і т.п., роблячи управлінські рішення більш обґрунтованими, достовірними і наочними. Застосування методів і засобів СФЕМ-моделювання в управлінні дозволяє отримувати додатковий прибуток при мінімізації ресурсів.

Використані джерела інформації

1. Р 50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. М.: Госстандарт России, 2001.
2. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2003.
3. Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития. – ГУУ–ВШЭ//Бизнес-информатика, 2007. – №1.
4. Грабар І.Г. Універсальна модель системи: методологічний аспект / І.Г.Грабар, Ю.О.Тимонін, Ю.Б.Бродський // Вісник ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. – № 1. – С. 358-366.

5. Тимонин Ю.А. Формальная теория абстрактных экономических систем. (Теория движения стоимости). Учебное пособие. – Житомир: ПСТ, 2007. – 60 с.
6. Бродский Ю.Б. Учет дифференциальных потерь в нелинейной модели экономической системы / Ю.Б.Бродский, Ю.А.Тимонин, А.Ю.Тимонин // Бизнес Информ «Синхронізація економічних систем України та країн ЄС». Харків: Изд-во ХНСУ, 2012. — № 3. – С.45–47.
7. Грабар И.Г. Подход к общей задаче проектирования экономических систем / И.Г.Грабар, Ю.А.Тимонин, Ю.Б.Бродский //Вісник ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. – № 1(25), т.2. – С. 52-60.