

Література

1. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 2000. — 292 с.
2. Волков И., Грачева М. Анализ проектных рисков // Корпоративный менеджмент, <http://www.cfin.ru>.
3. Вяткин В. Н., Гамза В. А. Хэмптон Дж. Дж. Управление риском в рыночной экономике. — М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2002. — 195 с.
4. Глуценко В. В. Управление рисками. Страхование. — г. Железнодорожный Моск. обл.: Крылья, 1999. — 336 с.
5. Глуценко В. А., Глуценко И. И. Разработка управленческого решения. Прогнозирование-планирование. Теория проектирования экспериментов. — г. Железнодорожный, Моск. обл.: Крылья, 2000. — 400 с.
6. Гоберман В. А., Гоберман Л. А. Основы производственного менеджмента: моделирование операций и управленческих решений: Учеб. пособие. — М.: Юристъ, 2002. — 336 с.
7. Деева Н. Е. Сущность и классификация экологических рисков // РИСК, 2001. — № 5. — С. 50—54.
8. Дерлоу Д. Ключові управлінські рішення. Технологія прийняття рішень: Пер з англ. — К.: Всеуито, Наук. думка, 2001. — 242 с.

Коробський Р.В., Снігур Р.В.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ

З розвитком обчислювальної техніки і дискретного аналізу дедалі ширшого розвитку та використання набувають алгоритмічні (імітаційні) моделі. Серед основних етапів процесу імітаційного моделювання можна виокремити такі:

1. аналіз характеристик і закономірностей функціонування керованого (досліджуваного) об'єкта: виокремлення на змістовному (вербальному, концептуальному) рівні системи обмежень (ресурсних, фізичних, правових, соціальних тощо), визначення показників вимірювання та оцінки результатів, формулювання цілей, гіпотез та проблем розвитку;

2. конструювання імітаційної моделі: перехід від реального об'єкта до логічних схем, які імітують його поведінку, та алгоритмів (моделей), формальна постановка задач, що розв'язуються за допомогою імітаційного моделювання;

3. підготовка системи даних для моделі: формування інформаційного забезпечення, необхідного для функціонування імітаційної моделі, зокрема, визначення структури та способів подання даних, джерел їх отримання, форм і режимів зберігання, встановлення взаємозв'язків і взаємозалежності між різними масивами та базами даних;

4. програмна реалізація імітаційної моделі: створення чи адекватне використання існуючих програмних продуктів, що забезпечують можливість безпосередньої практичної реалізації моделі на персональних комп'ютерах;

5. оцінка адекватності моделі: порівняння результатів, накопичених у процесі дослідної експлуатації моделі, на підставі інформації, отриманої про реальний об'єкт, який імітується, виявлення та аналіз розбіжностей і в разі необхідності внесення корекцій до моделі;

6. проведення імітаційних експериментів. Очевидно, що даний етап є цільовим (власне кажучи, заради нього й будується імітаційна модель). Він включає в себе стратегічне та тактичне планування експериментів, власне експериментування («імітаційні експерименти»), котре завершується інтерпретацією отриманих результатів і прийняттям на підставі зроблених висновків рішень щодо оцінювання та управління об'єктом (підприємством, банком, фінансовою фірмою, торговельною організацією, холдингом тощо).

Стратегічне планування імітаційного експерименту спрямоване на розв'язання низки питань якісного характеру. До таких, наприклад, можна віднести формулювання гіпотез щодо характеру залежностей між параметрами моделі чи вибір конкретних методів дослідження з урахуванням їх взаємовпливу.

Тактичне планування експерименту повинно прояснити питання стосовно визначення способів та умов його проведення. Типовими задачами тактичного планування є вибір початкових значень для параметрів моделі чи визначення послідовності варіації цих значень.

Одним із важливих аспектів у процесі роботи (дослідження) з імітаційною моделлю є аналіз її чутливості. Під ним розуміють визначення ступеня мінливості значень цільових показників моделі, зумовлених мінливістю (невизначеністю, варіабельністю) вихідних параметрів. Так, якщо за відносно невеликих змін вихідних даних відбувається суттєва зміна в результатах моделювання, то це є достатньою підставою для додаткових, більш детальних досліджень, зокрема, щодо взаємозв'язків між відповідними змінними.

До позитивних якостей імітаційного моделювання можна віднести:

- ✓ надання дослідникові (системному аналітику) можливості спостереження як кінцевого результату стосовно до показників аналізованого об'єкта, так і процесу його функціонування, що дає змогу одержати шуканий результат;

- ✓ широкі можливості щодо масштабування в процесі функціонування модельованого об'єкта;

- ✓ забезпечення багатоваріантності досліджень;

- ✓ багатофункціональність імітаційних моделей, що відображається в можливостях гнучкого вибору та наступних модифікаціях системи цілей і критеріїв, які бажано розглянути під час проведення імітаційних експериментів.

Звернімо увагу також на недоліки, що притаманні імітаційним моделям:

- ✓ оскільки імітаційні моделі за своєю природою є лише засобом для проведення деякого числового експерименту, то результати, отримані за їх допомогою, являють собою не що інше, як поодинокі випадки (можливі варіанти) роз-

виту модельованого об'єкта. Отже, всі висновки та твердження, зроблені на їх підставі, мають евристичний характер і в певних випадках можуть суттєво викривляти дійсний стан речей;

✓ у багатьох випадках отримання оцінок стосовно до ступеня наближення (чи невідповідності) між імітаційною моделлю (результатами імітаційного моделювання) і функціонуванням реального об'єкта виявляються проблематичними;

✓ здебільшого в основу процесу імітації покладено деякий статистичний експеримент, у ході якого використовуються генератори псевдовипадкових величин. Похибки, що об'єктивно притаманні таким генераторам, можуть істотно викривляти результати, отримані в ході імітаційного моделювання.

Варто також звернути увагу на пізнавальний зворотний вплив, що його дають результати, одержані в межах імітаційних експериментів, на отримання інформації, яку використовують теоретичні (аналітичні) економіко-математичні моделі. Справді, аналіз та узагальнення накопичених у процесі імітаційних експериментів даних досить часто дозволяє краще зрозуміти якісні та кількісні закономірності, притаманні поведінню керованих об'єктів, і відобразити їх в аналітичному вигляді. Це додатково вказує на справедливості того, що успішне розв'язання задач моделювання та управління функціонуванням таких складних слабоформалізованих систем, як економічні об'єкти і процеси, потребує комплексного використання цілісної системи моделей і методів як теоретико-аналітичної, так і емпіричної (імітаційної) природи. Нагадаймо, що імітаційні моделі широко використовують аналітичні моделі як органічні складові, котрі є основою, на якій ґрунтуються концептуальні співвідношення, характеристики в структурі будь-якої більш-менш складної імітаційної моделі.

Імітаційні (алгоритмічні) моделі можуть бути детермінованими і стохастичними. В останньому випадку за допомогою датчиків (генераторів) випадкових чисел імітується вплив (дія) невизначених і випадкових чинників. Такий метод імітаційного моделювання дістав назву методу статистичного моделювання (статистичних прогонів, чи методу Монте-Карло). На даний час цей метод вважають одним із найефективніших методів дослідження складних систем, а часом і єдиним практично доступним методом отримання нової інформації щодо поведінки гіпотетичної системи (на етапі її проектування).

У процесі створення та машинної реалізації математичних імітаційних моделей здійснюють такі (узагальнені) етапи:

- побудова концептуальної моделі;
- побудова алгоритму згідно з концептуальною моделлю системи;
- створення комп'ютерної програми;
- машинні експерименти з моделлю системи.

Побудова концептуальної моделі складається з таких кроків:

- постановка задачі моделювання;
- визначення вимог щодо первісної інформації та способів її отримання;
- формування гіпотез і припущень;

- визначення параметрів та змінних моделі;
- обґрунтування вибору показників і критеріїв ефективності системи;
- складання змістовного опису моделі.

У здійсненні постановки задачі моделювання економічних об'єктів і процесів використовується чітке формулювання цілей і задач дослідження реальної системи, обґрунтовується необхідність імітаційного (комп'ютерного) моделювання, обирається методика розв'язування задачі з урахуванням наявних ресурсів, визначаються необхідність і можливість декомпозиції задачі на окремі взаємопов'язані підзадачі тощо.

При зборі необхідної вихідної інформації треба звертати увагу на те, що, власне, від якості вихідної інформації про об'єкт дослідження і моделювання залежить як адекватність моделі, так і достовірність результатів моделювання.

Гіпотези при побудові моделі системи слугують для заповнення «прогалін» щодо розуміння та формалізації задачі. Припущення дають можливість провести необхідні спрощення моделі на підставі раціональних гіпотез. У процесі роботи з моделлю системи, як правило, можливим є багаторазове повернення до цього етапу залежно від отриманих результатів моделювання і нової інформації (розуміння) про об'єкт.

Під час визначення параметрів і змінних складається перелік вихідних і керуючих змінних, а також зовнішніх (екзогенних) і внутрішніх (ендогенних) параметрів системи.

Обрані показники і критерії ефективності системи повинні відображати мету (цілі) функціонування системи і являти собою функції змінних і параметрів системи.

Розроблення концептуальної моделі завершується складанням змістовного опису, котрий використовується як основний документ, що характеризує результати опрацювання концептуальної постановки задачі (розуміння її всіма суб'єктами, зацікавленими у результатах дослідження).

Побудова алгоритму містить такі складові:

- побудова логічної схеми алгоритму;
- формування математичних співвідношень (аналітичних моделей);
- перевірка достовірності алгоритму.

Спочатку, як правило, створюють узагальнену схему моделюючого алгоритму, котра задає загальний порядок (хід) дій в імітаційному моделюванні досліджуваного процесу. Після цього розробляється детальна схема, кожний елемент якої перетворюється в оператор (групу операторів) програми.

Перевірка достовірності алгоритму повинна дати відповідь на запитання, наскільки адекватно і точно він відображає сутність модельованого процесу (у конкретній ситуації) та побудованої концептуальної моделі.

Розроблення програми для ПК включає такі кроки:

1. вибір обчислювальних засобів;
2. програмування (чи налаштування відповідних параметрів існуючих програмно-методичних комплексів);
3. тестування програмних засобів.

На останньому кроці необхідно, зокрема, оцінити тривалість виконання програми на комп'ютері (витрати часу) для здійснення однієї реалізації (прогону) модельованого процесу, що дасть змогу системному аналітику правильно сформулювати вимоги щодо точності й достовірності результатів моделювання. На цьому етапі провадяться серійні обчислення за допомогою програми. Етап складається з таких кроків:

- планування машинного експерименту;
- проведення робочих обчислень;
- відповідне подання результатів моделювання (у табличній та графічній формах);
- подання рекомендацій щодо оптимізації режиму функціонування реальної системи.

Перед здійсненням робочих обчислень на комп'ютері доречно скласти план проведення експерименту з переліком комбінацій змінних і параметрів, за яких повинно відбутися моделювання системи. Завдання полягає у розробці оптимального плану експерименту, реалізація якого дозволить за порівняно невеликої кількості тестувань моделі отримати достовірні дані про закономірності функціонування реальної системи.

Результати моделювання можуть бути подані у вигляді таблиць, графіків, діаграм, схем тощо. Зазвичай найпростішою формою вважаються таблиці, хоча графіки ілюструють результати моделювання економічного об'єкта (системи) у більш наочній формі. Доцільно передбачити інтерактивний режим функціонування комплексу, виведення результатів на екран дисплея та на принтер. Інтерпретація результатів моделювання має на меті перехід від інформації, отриманої в результаті машинного експерименту з моделлю, до висновків щодо процесу функціонування об'єкта-оригіналу.

Алгоритмічне (імітаційне) моделювання — це числовий метод дослідження систем і процесів за допомогою моделюючого алгоритму.

Кожного разу, коли на хід модельованого процесу впливає випадковий чинник, його вплив імітується за допомогою спеціально організованого розіграшу (жеребкування). Таким способом будується випадкова реалізація модельованого явища, яка є одним із результатів дослідження. За результатами окремого досліду, звичайно, не можна робити висновок щодо закономірностей досліджуваного процесу. Але за великої кількості реалізацій середні характеристики (математичне сподівання, мода, медіана), що їх виробляє (генерує) модель, набувають стійких властивостей, котрі посилюються зі зростанням кількості реалізацій (прогонів). Звісно, залишається певний ризик, який характеризується тим, що модель є гомогенною, існує неповнота даних тощо. Кидання жеребка можна здійснити вручну (вибором із таблиці випадкових чисел), але зручніше це робити за допомогою спеціальних програм, що входять до складу програмного забезпечення комп'ютера. Такі програми називають датчиками чи генераторами випадкових чисел.

У складі трансляторів майже всіх алгоритмічних мов є стандартні процедури (чи функції), котрі генерують випадкові (точніше, псевдовипадкові) числа,

що є реалізаціями послідовності випадкових чисел із рівномірним законом розподілу. Наприклад, у складі транслятора мови Visual Basic — стандартна функція RND, що видає випадкові дійсні числа одинарної точності в інтервалі (0; 1). Звернення до цієї функції може мати вигляд $\xi = \text{RND}$, де ξ — можливе значення (реалізація) випадкової величини, яка рівномірно розподілена на інтервалі (0; 1).

Література

1. Богатов О. И., Лысенко Ю. Г., Петренко В. Л., Скобелев В. Г. Рейтинговое управление экономическими системами. — Донецк: Юго-Восток, 1999. — 110 с.
2. Брігхем Е. Основи фінансового менеджменту / Пер. з англ. — К.: Молодь, 1997. — 1000 с.
3. Бурда М., Виплош Ч. Макроекономіка: Європейський контекст / Пер. з англ. — К.: Основи, 1998. — 682 с.
4. Варфоломеев В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 208 с.
5. Занг В.-Б. Синергетическая экономика: Время и перемены в нелинейной экономической теории / Пер. с англ. — М.: Мир, 1999. — 335 с.
6. Шикин Е. В., Чхартишвили А. Г. Математические методы и модели в управлении: Учеб. пособие. — М.: Дело, 2000. — 440 с.
7. Ястремський О. І., Гриценко О. Г. Основи мікроекономіки: Підручник. — К.: Знання, 1998. — 784 с.

Косова Г.М., Свиридова Д.Е

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ НА ПРОДВИЖЕНИЕ ТОВАРА В ИНТЕРНЕТ-СРЕДЕ

Задача оптимизации расходов на рекламу в интернет-среде является достаточно важной в практике маркетинга. Для решения такого рода задач может быть использован алгоритм, применяемый в задачах динамического программирования [1,2]. Рассмотрим n функций с неотрицательными значениями $f_1(x_1), x_1 \in d_1, \dots, f_n(x_n), x_n \in d_n$, где d_1, \dots, d_n — области определения переменных x_1, x_2, \dots, x_n . Требуется найти экстремум (например, максимум) функции цели

$$F(x_1, \dots, x_n) = f_1(x_1) + \dots + f_n(x_n),$$

при ограничениях на переменные x_1, \dots, x_n .