

УДК: 004.94

Власюк Ю.О.,  
к.е.н., доцент, Таврійський ДАТУ

## ОСОБЛИВОСТІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

**Анотація.** В статті розглянуто основні вимоги до вхідних даних імітаційної моделі, особливості побудови та застосування імітаційної моделі.

**Ключові слова:** математичне моделювання, імітаційна модель, економічна система, інформаційне забезпечення, системний підхід.

**Summary.** Increasing complexity of economic systems call for improvement of analysis mechanisms of economic objects and processes, prediction of business processes and predict the consequences of certain actions, development of management decisions at all levels of business management hierarchy. Lately mathematical methods began often used for the economic and managerial tasks solution.

Simulation idea is that instead of the relationship between input and output status and indicators analytical description the construction algorithm which reflects the sequence of processes of development within the research object, and then simulates the behavior of the object. The main value of simulation modeling is that it is based on the methodology of system analysis. This allows the use of simulation as a universal method for making decisions under uncertainty and to take into account in models of difficult formal factors, and apply the basic principles of a systematic approach to solve practical problems.

The purpose of the application of mathematical models at any cost, may to not give the expected results because of limited information, mathematical and technical support of the model. The results of economic-mathematical modeling, mostly not used as ready- management decisions, and are regarded as a kind of advising tools. Formal methods are primarily a means of scientifically based training material for rational management. This allows you to efficiently use experience, intuition man, his ability to solve problems that are difficult formalized.

**Keywords.** Mathematical modeling, simulation model, economic system, information, systematic approach.

**Постановка проблеми.** Постійне ускладнення економічних систем вимагає вдосконалення механізмів аналізу економічних об'єктів і процесів, передбачення розвитку бізнес-процесів та прогнозування наслідків від тих чи інших заходів, розробки управлінських рішень на всіх рівнях господарської ієрархії управління. Останнім часом широко використовуються математичні методи як у розв'язку конкретних економічних та управлінських задач, так і у розвитку самої економічної науки.

Значною мірою переваги застосування імітаційних моделей спостерігаються у сфері матеріально-технічного забезпечення, у логістиці, в управлінні процесами реалізації інвестиційних проектів на різних етапах їх життєвого циклу з урахуванням можливих ризиків і тактики виділення фінансових ресурсів тощо. Особливе значення має те, що імітаційне моделювання дозволяє дослідити поведінку окремих елементів досліджуваних систем і, тим самим, більш ґрунтовно підійти до вирішення поставлених задач.

Сучасні тенденції у сфері імітаційного моделювання пов'язані з розвитком проблемно-орієнтованих систем, створенням вбу-

дованих засобів для інтеграції моделей у єдиний модельний комплекс. Технологічний рівень сучасних систем моделювання характеризується великим вибором базових концепцій формалізації та структуризації систем, що моделюються, розвиненим графічним інтерфейсом та анімаційним виводом результатів. Імітаційні системи мають засоби для передачі інформації з баз даних або доступ до процедурних мов, що дозволяє легко виконувати обчислення, пов'язані з автоматизованою оптимізацією тощо.[4, 6]

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню цього питання присвячені праці багатьох вітчизняних та іноземних авторів. Зокрема, методологічною основою для розвитку імітаційного моделювання стали роботи Н.П. Бусленка, В.М. Глушкова, Н.Н. Моїсєєва, Т.І. Марчука, І.М. Коваленка. Процеси побудови та практичного застосування імітаційних моделей досліджували А.Н. Ілларіонов, С.Г. Лобанов, Л.П. Владіміров, В.Ф. Ситник, Н.С. Орленко, В.Ф. Беседін, Б.Я. Панасюк, І.В. Крючкова.

**Виклад основного матеріалу.** Схематично робота математичної моделі у послідов-

ні періоди часу може виглядати як перетворення вхідних показників на вихідні. Що, з одного боку обумовлює існування жорстких вимог до системи інформації, з іншого – обмеження вибору моделей існуючими можливостями одержання інформації. Також до уваги беруться не лише принципова можливість підготовки інформації, але й витрати на підготовку відповідних інформаційних масивів, які не повинні перевищувати ефект від використання додаткової інформації.

Вхідні і внутрішні змінні обираються у відповідності зі ступенем деталізації моделі. Якщо будується стохастична імітаційна модель, то при виборі способу завдання стохастичних змінних потрібно враховувати деякі особливості. По-перше, використання неопрацьованих емпіричних даних дає можливість імітувати тільки процеси й події, які вже відбулися. Щоб оцінити поведінку системи в майбутньому, потрібно бути впевненим, що даний розподіл буде незмінним у часі. По-друге, застосування випадкових розподілів ймовірностей визначає закономірності процесів що моделюються, а методи їхнього моделювання відрізняються вищим рівнем ефективності.

При побудові моделей часто виникає проблема у відборі з великої кількості вхідних даних найбільш істотних, а з факторів – найбільш значимих. Тобто, вводяться певні спрощення, оскільки всі цілі, альтернативні варіанти, чинники впливу, обмеження та взаємозв'язки не можуть бути в повній мірі враховані в процесі моделювання. Натомість, при побудові імітаційних моделей немає необхідності спрощувати опис явища чи процесу, часом відкидаючи навіть суттєві частини для того, щоб ввести його в рамки моделі, придатної для використання тих або інших відомих математичних методів. Для імітаційного моделювання характерна імітація елементарних явищ, які складають основу процесу дослідження, із збереженням їх логічної структури, послідовності розвитку в часі, характеру та складу інформації про стан процесу.

Основна проблема в разі застосування як ітераційного, так і варіантного методу проектування полягає у виборі початкового варіанта моделі. Через те, що вже під час формування проблеми та в процесі змістової

постановки задачі висувуються вимоги до моделі, визначаються вхідні та вихідні дані, дослідник повинен вибирати початкову модель, використовуючи метод аналогії, який базується на знанні характеристик компонентів системи, технологічних засобів і прийнятих рішень у подібних умовах [3, 7]. Визначення рівнів точності, достовірності й правильності обраної імітаційної моделі є самостійною проблемою моделювання, яку необхідно вирішувати під час розроблення моделі. Адже, помилки, припущені при виборі імітаційної моделі, можуть зробити процес моделювання занадто дорогим або призвести до отримання невірних результатів.

У випадку отримання незадовільних результатів при порівнянні моделі та реальної системи, необхідно сформулювати ряд гіпотез, за допомогою яких можна визначити причину невідповідності. Гіпотези доцільно формулювати для таких рівнів імітаційної моделі, як опис структури, алгоритми поведінки, параметри вхідних і вихідних даних. Після цього обирається рівень, на якому коригується модель.

Пошук причин невідповідності потрібно починати на рівні вхідних даних, для чого оцінюють чутливість моделі до їхніх змін. Якщо виявилось, що незначна зміна вхідних даних причиняє значну зміну вихідних, то необхідно уточнити вхідні дані для моделі та локалізувати блоки моделі, на які найбільше впливають ці вхідні дані. Виявлення причин такої залежності може потребувати зміни структури імітаційної моделі шляхом заміни окремих блоків моделі на більш деталізовані, що, у свою чергу, спричинить зміну внутрішніх параметрів моделі та алгоритмів функціонування.

Як відомо, ідея методу імітаційного моделювання полягає в тому, що замість аналітичного опису взаємозв'язків між вхідними і вихідними станами та показниками будується алгоритм, який відображає послідовність розвитку процесів у середині об'єкта дослідження, а потім імітується поведінка цього об'єкта. Алгоритми поведінки моделі можуть змінюватись локально, для окремих блоків моделі, або для моделі в цілому. Такі зміни вимагають більш детального вивчення поведінки модельованої системи і можуть

змінити рівень деталізації в моделі. Змінити структуру моделі складніше, ніж налагодити її параметри бо це може спричинити зміну алгоритмів поведінки, параметрів і вхідних даних [3].

В окремих випадках моделювання припиняють ще до того, як будуть отримані кінцеві результати. Визначення моменту, в який зацікавлені сторони зрозуміють, що ж насправді відбувається в системі, уже може бути рішенням проблеми. Припинення процесу моделювання в більшості випадків обумовлене необхідністю економії коштів та часу, адже імітаційне моделювання є технологічним процесом, який проходить безліч стадій, вимагаючи від фахівців великих розумових і часових витрат. Хоча, це не є правилом, оскільки імітаційні моделі використовуються саме для експериментальних цілей.

Основна цінність імітаційного моделювання полягає в тому, що в основі його лежить методологія системного аналізу. Воно дозволяє здійснити дослідження проектової або аналізованої системи за схемою операційного аналізу, що включає взаємопов'язані етапи: змістовна постановка задачі, розробка концептуальної моделі, розробка і програмна реалізація імітаційної моделі, перевірка адекватності моделі та оцінка точності результатів моделювання, планування і проведення експериментів, прийняття рі-

шень [1, 2, 5]. Це дозволяє використовувати імітаційне моделювання як універсальний метод для прийняття рішень в умовах невідомості та для врахування в моделях важко формалізованих факторів, а також застосовувати основні принципи системного підходу для вирішення практичних задач.

**Висновки.** Імітаційне моделювання економічних процесів переважно використовується для управління складними бізнес-процесами, при проведенні експериментів з дискретно-неперервними моделями складних економічних об'єктів для отримання та дослідження їх динаміки в ситуаціях, пов'язаних із ризиком.

Сама по собі мета застосування математичної моделі будь-якою ціною, може не дати очікуваних результатів через обмежені можливості інформаційного, математичного, технічного забезпечення реалізації моделі тощо. Результати економіко-математичного моделювання, в основному, не використовуються як готові управлінські рішення, а розглядаються як своєрідні консультуючі засоби. Формальні методи є передусім засобом підготовки науково обґрунтованого матеріалу для наступних раціональних дій менеджера в процесі управління. Це дозволяє продуктивно використати досвід, інтуїцію людини, її здатність розв'язувати задачі, які важко формалізуються.

#### Список використаних джерел

1. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; Под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Коробова М.В. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів/ М.В. Коробова, І.М. Ляшенко, А.М. Столяр. – Тернопіль: "Навчальна книга – Богдан", 2006. – 304 с.
3. Костина Н. И. Многоцелевые имитационные системы / Н.И. Костина // Кибернетика и системный анализ. – К.: Знання, 1995. – No 1. – С. 129–145.
4. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие для слушателей программы eMBA / Н.Н. Лычкина – М.: Академия АйТи, 2005. – 164 с.
5. Пинаева А. Имитационное моделирование: оптимизация бизнес-процессов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.businessstudio.ru/procedures/business/immodel/full/>
6. Ситник В.Ф. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц/ В.Ф. Ситник, Н.С. Орленко – К.: КНЕУ, 1999. – 208 с.
7. Томашевський В.М. Моделювання систем: Підручник / В.М. Томашевський – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 351 с.