

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАПАСІВ ІЗ ПЕРІОДИЧНОЮ ПЕРЕВІРКОЮ РІВНЯ

Гончар Л.І., Гончар Т.В., Чиж Т.Б.

Тернопільський національний економічний університет

Машинна імітація – визнаний науковий метод вивчення складних соціально-економічних і виробничих систем. Динамічні процеси, які відбуваються у виробничих та економічних системах, настільки складні й різноманітні, що аналітичні методи дослідження операцій (математичне програмування, теорія масового обслуговування, теорія ігор тощо), котрі на перший погляд здаються універсальними, насправді вельми нечасто придатні для прогнозування та аналізу фактичних ситуацій. Пояснюється це ось чим. Математичні моделі, які можуть бути реалізовані з допомогою ефективних обчислювальних методів, є надто спрощеними, а отже, не адекватні реальним процесам. Що ж до адекватних математичних моделей, то їх здебільшого не можна реалізувати через труднощі обчислювального характеру. У такому разі часто є сенс застосувати машинну імітацію, що полягає в моделюванні на ЕОМ реальної виробничої чи економічної системи [3].

Нині розглянуто й досліджено численні моделі керування запасами, які, проте, не вичерпують всієї множини можливих варіантів. Досить сказати, що лише у просторі найпростіших стратегій можна створити не менш як $3,6 \cdot 10^6$ різних моделей, які відрізняються одна від одної не лише математичним описом, а й методами розв'язування. Таке розмаїття математичних моделей керування запасами, що відбиває можливі варіанти виробничих ситуацій, майже завжди не дає змоги використовувати готові розв'язки, а спонукає формулювати нові постановки задач керування запасами і розробляти для їх реалізації обчислювальні методи, зокрема засобами імітаційного моделювання. [2].

Концептуальна модель (основні передумови)

1. Моделюється однопродуктова система керування запасами. Кількість продукту, яка вивозиться щоденно зі складу, визначається поточним попитом. Використовується стратегія фіксованого розміру замовлення (h, q) : коли рівень поточного запасу у падає нижче від заданої позначки h , керівництво складу замовляє поставку товару в кількості q . По закінченні терміну виконання замовлення ця продукція надходить на склад і доповнює запас, що вже є там у даний момент. Система постачання функціонує T днів.

Щодня виникає попит на предмет зберігання, причому дорівнює цей попит величині X — випадковій величині з відомим законом розподілу ймовірностей.

Установлюється такий порядок виконання операцій на складі протягом кожного дня:

- визначаються обсяги замовлень на поповнення запасу, які будуть реалізовані протягом поточного дня;

2) товар постачається споживачеві, тобто задовольняється попит;

3) оцінюється запас, що залишився, і при потребі (якщо поточний запас досягає порогового рівня) оформлюється замовлення на поповнення запасу.

4. Затримка поставки λ (кількість днів між моментами часу подачі замовлення на поставку та її прибуттям) тлумачиться як випадкова величина з відомим законом розподілу ймовірностей.

5. Незадоволені замовлення споживачів товару анулюються, тобто переносити дефіцит на наступний день не дозволяється.

6. Заявка на поповнення запасу приймається до виконання лише в тому разі, коли подана раніше заявка реалізована, тобто в кожний момент часу на стадії реалізації не може перебувати більш як одна заявка.

7. За цільову функцію для вибору оптимальних значень змінних керування беруть сумарні витрати (вартість зберігання і поставки, штраф) за період T .

$$L(q, h) = L_z + L_p + L_D \rightarrow \min \quad (1)$$

Оскільки щоденний попит і затримка поставок – випадкові величини, то й сума витрат системи постачання $L(q, h)$ також є випадковою величиною, закон розподілу ймовірностей якої в загальному випадку невідомий. Тому цільова функція являє собою математичне сподівання витрат $M [L(q, h)]$.

8. Математичне сподівання витрат при фіксованих значеннях змінних керування q, h оцінюється з допомогою вибіркового середнього:

$$\bar{L}(q, h) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N L_j(q, h), \quad (2)$$

де N – число циклів прогонів (дублювань) імітаційної моделі при фіксованих значеннях змінних керування q, h і незмінних факторах моделі (у разі машинної реалізації імітаційної моделі беруть 1000 циклів прогонів);

$L_j(q, h)$ - значення сумарних витрат у j -му прогоні.

9. Вартість поставки – стала величина, що не залежить від обсягу поставки і дорівнює g :

$$L_p = g = \text{const}.$$

10. Вартість зберігання пропорційна до величини залишку продукту на кінець дня, коефіцієнт пропорційності дорівнює s .

11. Витрати на штрафи пропорційні до залишкової величини дефіциту на кінець дня, коефіцієнт пропорційності дорівнює p .

12. Ендогенна змінна системи (відгук): L – сумарні витрати.

13. Змінні, що визначають стан системи в довільний момент часу: L_z – витрати на зберігання;

L_p – вартість поставки; L_D – витрати на штрафи; t – поточний (системний, модельний) час; t' – момент часу (день), коли реалізується поставка; y – поточне значення запасу (у разі дефіциту – від'ємне); j – індекс циклів роботи імітаційної моделі.

14. Змінні керування: q - обсяг (партия) замовленої поставки; h - нижній (пороговий) рівень запасу.

15. Некеровані параметри: s - витрати на зберігання одиниці продукції на кінець дня; p - витрати через дефіцит, пов'язані з нестачею одиниці продукції; g - витрати на організацію однієї поставки; z - початковий рівень запасу; T - тривалість (кількість днів) функціонування системи постачання.

16. Екзагенні (вхідні) змінні: X - щоденний попит на продукт; λ - час затримки поставки

17. Характеристики функціонування системи: $F(X)$ - функція розподілу ймовірностей попиту;

$F(\lambda)$ - функція розподілу ймовірності затримки поставки.

18. За допомогою методу імітаційного моделювання потрібно знайти оптимальні значення h^* і q^* , при яких сумарні витрати на організацію постачання протягом T днів будуть мінімальні. Для експериментального пошуку оптимального розв'язку задачі застосовується метод Бокса – Уїлсона.

Зауважимо, що вибір стратегії керування запасами, який є найвідповідальнішим моментом при складанні математичних або імітаційних моделей, має ґрунтуватися на ретельному аналізі системи постачання. Отже, розв'язок задачі керування запасами потрібно знаходити спочатку у просторі стратегій керування, а потім, згідно з обраною стратегією, — у просторі її параметрів.

Список використаних джерел

1. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. -3-е изд.-СПб.:Питер; К.: Издат.группа BHV,2004.-847с.
2. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання :Навч. Посібник.-К.:ЖНЕУ, 1998.-232 с.
3. Томашевський В.М. Моделювання систем.-К.: Видавнича група BHV, 2005.-352с.
4. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука. - М.:Мир,1978.-418 с.