

*В.П. Квасніков, докт. техн. наук,  
О.В. Бойченко, канд. техн. наук  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

## **КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ УХВАЛЕННЯ РІШЕННЯ В ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ**

*Наведено аналітичний огляд вирішення завдання оптимального управління інформаційних систем із застосуванням комп'ютерних систем підтримки ухвалення рішення. Визначені проблеми функціонування комплексу інформаційної підтримки в комп'ютерних системах управління спеціального призначення. Запропоновано застосування технології багатовимірного аналізу даних для вирішення завдань оптимального управління в інформаційних системах спеціального призначення.*

Метою розробки та впровадження комп'ютерних систем підтримки ухвалення рішення (далі – КСПУР) сучасних інформаційних систем є забезпечення методичної та інформаційної підтримки ухвалення рішень з ключових виробничих питань керівництвом підприємства на основі оперативного статистичного аналізу та прогнозу показників виробничої діяльності.

Разом з класичним напрямом застосування (вирішення завдань визначення та аналізу тенденцій, вимір ключових співвідношень показників і стеження за ними, аналіз конкурентоспроможності системи, вибір альтернативних варіантів розвитку ситуації в виробничому процесі), КСПУР використовують для вирішення неформалізованих (погано структурованих) завдань.

Це завдання, що не можуть бути задані в числовій формі, цілі не можуть бути визначені в термінах точно визначеною цільовою функцією, не існує алгоритмічного вирішення завдань, або ж алгоритмічне рішення існує, але його не можна використовувати з причини обмеженості часових ресурсів та ресурсів оперативної пам'яті.

Важливим моментом є те, що помилковість, неоднозначність, неповнота та суперечність вихідних даних і знань про проблемній області та вирішуваному завданню, велика розміреність простору рішень (вельми великий перебір при пошуку рішень), а також наявність великої кількості динамічно змінюваних даних і знань призводить до суттєвого зниження ефективності функціонування інформаційної системи в цілому.

Тому в такому випадку доцільно застосовувати специфічні методи математичної підтримки ухвалення рішень на основі фундаментальних положень теорії оптимального управління, метою якої є розробка методу вибору параметрів управління, при якому досягається оптимум деякого функціоналу (мінімум часу, мінімальні витрати, максимальні прибутки та ін.) [1].

Слід зазначити, що завдання такого типу виникають не тільки при вивченні сучасної технології, де окремі процеси дуже складні та детально розроблені, але й при дослідженні питань, пов'язаних з процесами виробництва (проблеми зростання виробничих показників, виробниче планування, аналіз виробничих ресурсів, управління ресурсами підприємства та ін.).

Як відомо з практики, в загальному випадку величини параметрів управління неможливо вибирати довільно, а тільки відповідно деякому обмеженню

$$u(t) \in U \quad \text{при всіх } t, \quad (1)$$

де підмножина  $U \subset \mathbb{R}^m$  є областю управління.

Якщо розглядати автономну задачу оптимального управління з незакріпленим часом

$$x(0) = \theta, x(T) = x^T, \quad (2)$$

у якій необхідно мінімізувати функціонал  $\int_0^T \phi_0(x(t), u(t)) dt$  шляхом вибору вектора дозволеного управління

$$u(t), \text{ при чому } u(t) \in U \subseteq R^m \quad (3)$$

Для ефективного та стислого формулювання необхідних умов оптимальності вектору параметрів управління, слід розглядати сполучену систему лінійних диференційних рівнянь першого порядку для додаткових змінних  $p_1, p_2, \dots, p_n$

$$p'_i = - \sum_{j=0}^n \frac{\partial \phi_j}{\partial x_i}(x(t), u(t)) p_j, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Та гамільтоніан задачі оптимального управління

$$H(p, x, u) = p_0 \phi_0(x, u) + \sum_{j=1}^n p_j \phi_j(x, u). \quad (5)$$

Використовуючи ці змінні, можна сформулювати необхідні умови оптимальності, відомі як принцип максимуму Портнягіна [2-6], який полягає в наступному.

Щоб вектор параметрів управління  $u$  та відповідна траєкторія  $X$ , яка описується формулою (2), були оптимальними, необхідно існування рішень  $p = (p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t))$  сполученої системи (4) та константа  $p_0 \leq 0$ , такі, що  $p_0, p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t) \neq 0$  та

$$H(p(t), x(t), v) \leq H(p(t), x(t), u(t)) = 0 \quad (6)$$

для всіх векторів  $v \in U$  в «кожній точці»  $x(t)$  оптимальної траєкторії  $X$ , де  $u(t)$  - вектор параметрів управління.

При цьому формулювання в «кожній точці» треба розуміти наступним чином: якщо функція  $u$  кусочно-безперервна, то умова (6) повинно бути справедливим майже всюди. У першому випадку функція  $p$  безперервна та має кусочно-безперервні похідні, які потерпають розрив (хоча б за однією з компонентів) там, де порушується умова безперервності  $u$ . В другому випадку  $p$  абсолютно безперервна (та майже усюди диференційована).

Архітектурно КСПУР є надбудовою над оперативними інформаційними системами, використовуваними на підприємстві, їх роль та місце в системі інформаційного забезпечення планово-виробничої діяльності підприємства подано на рис 1.



Рис. 1. Основні компоненти КСПУР

Аналізуючи процес ухвалення ділового рішення (рис. 2), слід зазначити, що для ліквідації розривів між етапом висунення гіпотез і на етапом експериментальної верифікації моделей доцільно застосовувати технологію багатовимірного аналізу даних (On-Line Analytical Processing - OLAP).

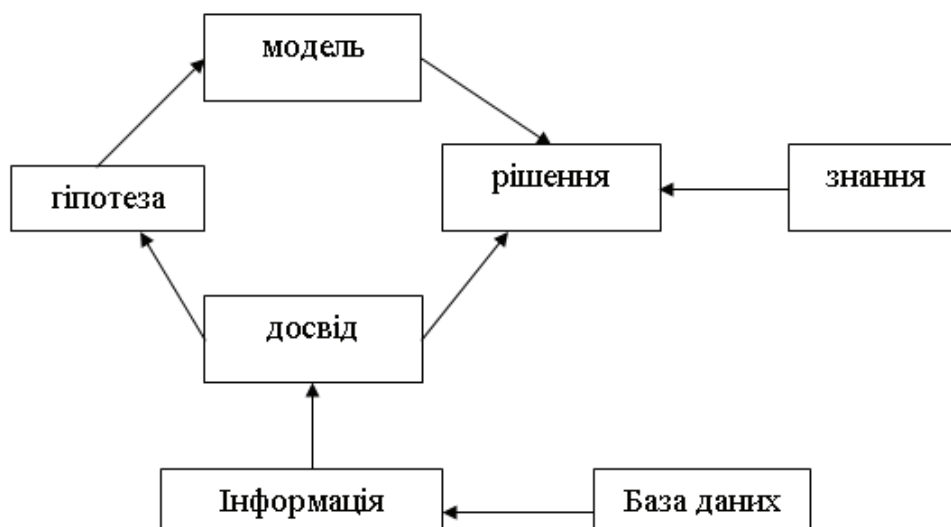


Рис. Ітераційний процес ухвалення рішення

Цінність технології багатовимірного аналізу даних для адекватності прийняття управлінських рішень в комп'ютерних системах управління визначається тим, що вона дозволяє витягувати з «сирих» структурованих (як правило, у вигляді таблиць) даних інформацію та знання, використання яких в прийнятті та реалізації рішень дозволяє підвищувати ефективність функціонування системи інформаційної підтримки підприємства.

### Висновки

Таким чином, застосування методів математичної підтримки ухвалення рішень на основі фундаментальних положень теорії оптимального управління, а також технології багатовимірного аналізу даних дозволяє оптимізувати процеси прийняття управлінських рішень в комп'ютерних інформативних системах спеціального призначення.

З практичної точки зору зазначене дозволяє забезпечити:

- ефективний доступ до баз даних внутрішніх і зовнішніх джерел інформації;
- управління даними та інформацією в різномірних (багатофункціональних) комплексах;
- зберігання даних і інформації в уніфікованих форматах, придатних для подальшого аналізу, синтезу та обробки;
- аналіз і синтез інформації, моделювання станів, процесів і умов;
- представлення інформації у вигляді діаграм, графіків і географічних карт у формі, інтуїтивно зрозумілій та зручній керівництву для прийняття рішень.

### Список літератури

1. *Бойченко О.В.* Оптимізація роботи інформаційно-телекомунікаційних систем спеціального призначення / *О.В.Бойченко* // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Міжнародний науково-технічний журнал. – Хмельницький Технологічний університет Поділля, 2010. - №1. – С. 100-103.
2. *Портнягин Л.С.* Математическая теория оптимальных процессов: монография / *Л.С. Портнягин, В.Г. Болтянский, В.Г. Гамкелидзе, Е.Ф. Мищенко.* - М.: Физматгиз, 1961. – 238 с.
3. *Athans M., Falb P.L.,* Optimal Control, McGraw-Hill, New York, 1965.
4. *Halkin H.* Mathematical Foundations of System Optimization, Academic Press, New York, 1967.
5. *Lee E. B.* A Sufficient Condition in the Theory of Optimal Control, SIAM J. Control, 1, 241-245 (1963).
6. *Sagan H.* Introduction to the Calculus of Variations, McGraw-Hill, New York, 1969.