

О. В. Половцев,  
докторант, Донецький державний університет управління

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ СППР У ДЕРЖАВНОМУ УПРАВЛІННІ

*Запропонована концепція формулювання та розв'язання задач державного управління на основі методології системного аналізу, яка ґрунтується на комплексному використанні методів обробки даних, математичного моделювання, прогнозування та оптимального управління. Концепція спрямована на створення СППР для розв'язання задач державного управління і суттєво відрізняється від відомих можливості врахування в процесі формування рішень невизначеностей статистичного, параметричного та структурного характеру з метою підвищення якості рішень.*

*A concept is proposed for formulating and solving the problems of state governing on the basis of system analysis methodology that uses an integrated application of data processing techniques, mathematical modeling, forecasting and optimal control. The concept is directed towards development of decision support system for solving the problems of governing the state and is distinguished substantially from known with the possibility of taking into consideration the ambiguities of statistical, parametric and structural nature to enhance the quality of decision making.*

### ВСТУП

Очевидно, що існуючі на сьогодні методи державного управління, які ґрунтуються на логічних правилах та раціональному експертному мисленні, у багатьох випадках не дають бажаного результату щодо своєчасності реалізації і якості управління, а тому виникла проблема значного і прискореного підвищення якості державного управління. Розв'язання задач державного управління на новому якісному рівні вимагає застосування сучасних методів системного аналізу відповідних процесів, коректного використання методів математичного моделювання фінансово-економічних та управлінських процесів на основі досягнень макроекономічної теорії та економетричного аналізу, методів прогнозування та оптимального керування з подальшим створенням на їх основі системи підтримки прийняття рішень (СППР). Методи розв'язання задач

управління фінансово-економічними процесами за допомогою оптимізаційних процедур розглядаються в роботах [1, 2, 3]. Однак методи, представлені в цих роботах, не ґрунтуються на системному підході до розв'язання задач управління. У більшості випадків — це формальні постановки гіпотетичних задач, які мають скоріше теоретично-навчальний, а не прикладний характер.

### МЕТА РОБОТИ

створення концепції управління процесами на державному рівні з використанням підходів та методів системного аналізу, які передбачають ієрархічний аналіз процесів управління та встановлення і описання взаємозв'язків між рівнями, врахування невизначеностей структурного параметричного і статистичного характеру, адаптування моделей до змін у процесах та застосування альтернативних методів оптимізації до

пошуку кращих рішень з використанням чисельних критеріїв їх якості. Концепція спрямована на створення системи підтримки прийняття рішень в державному управлінні.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

У роботі пропонується новий підхід до створення систем управління процесами на державному рівні, який ґрунтується на використанні вказаних вище методів системного аналізу. Спрощена концептуальна схема системи підтримки прийняття рішень в державному управлінні наведена на рис. 1. Розглянемо докладніше кожний з етапів.

Створення системи управління починається з вибору процесу, аналізу його поточного стану, існуючих моделей та існуючих підходів до управління цим процесом. Процесами, вибраними для управління, можуть бути, наприклад, такі: трансформування власності, структурізація галузі промисловості (вибір перспективних напрямів розвитку), підвищення продуктивності та рівня зайнятості населення, зниження рівня інфляції та витрат на виробництво і т. ін. Аналіз спеціальних літературних джерел може суттєво допомогти у встановленні факту існування моделей для вибраного процесу. Це можуть бути математичні моделі у вигляді систем рівнянь або логічні моделі у вигляді наборів правил, які характеризують взаємодію входів і виходів процесу керування.

В останні десятиліття набувають популярності моделі у вигляді правил нечіткої логіки, які наближаються до характеру мислення експерта. Вибір типу та структури моделі відіграє суттєву роль для реалізації подальших етапів створення системи управління. Так, модель, створена на основі теоретичних уявлень та закономірностей стосовно конкретного процесу, може потребувати лише деякого уточнення її параметрів за допомогою статистичних даних. А модель, яка повністю ґрунтується на статистичних дослідженнях, може потребувати значно більших об'ємів інформації та часу для її побудови. Досвід побудови таких моделей свідчить про те, що процес моделювання може бути ітераційним, потребувати додаткових статистичних даних, уточнення структури моделі, аналізу поведінки на різних множинах реальних даних і т. ін.

Огляд літературних джерел може бути також корисним з точки зору вибору методів оптимального (адаптивного) керування вибраним процесом. Кожний метод має свої особливості щодо точності, збіжності, необхідного об'єму обчислень, границь застосування, а тому бажано знати ці особливості до застосування методу на практиці.

Практика створення систем управління процесами довільної природи свідчить про те, що готові до використання моделі зустрічаються дуже рідко. Навіть існуючі апробовані моделі потребують корегування їх структури та/або параметрів з метою їх адаптування до конкретних умов. Тому у більшості випадків необхідно будувати нову модель на основі використання статистичних даних.

Якість даних відіграє надзвичайно важливу роль при побудові математичної моделі, а тому при зборі даних необхідно керуватись відомими вимогами стосовно їх коректності, інформативності та синхронності [4]. Попередня обробка даних необхідна для приведення їх до форми, яка забезпечить можливість коректного застосування методів оцінювання параметрів моделі та отримання статистично значущих оцінок. Так, досить

часто необхідно заповнювати пропуски даних, корегувати значні імпульсні (екстремальні) значення, нормувати значення у заданих межах, логарифмувати великі значення та фільтрувати шумові складові.

На основі даних, коректно підготовлених для подальших обчислювальних процедур, оцінюють структуру та параметри можливих математичних моделей-кандидатів процесів, вибраних для керування. Вибір (оцінювання) структури моделі — ключовий момент у побудові моделі. Нагадаємо, що структура моделі включає п'ять таких елементів: (1) вимірність (число рівнянь, які утворюють модель); (2) порядок — максимальний порядок диференціальних або різницевих рівнянь, які входять в модель; (3) нелінійність та її тип (нелінійності відносно змінних або параметрів); (4) час затримки

(лаг) стосовно входу та його оцінка; (5) зовнішнє збурення процесу та його тип (детерміноване або випадкове). Як правило, для одного процесу оцінюють декілька моделей-кандидатів, а потім вибирають з них кращу модель за допомогою множини статистичних параметрів якості моделі.

Процеси в економіці та фінансах мають, як правило, детерміновану та випадкову складові. Тому в якості статистичних моделей будемо розглядати моделі процесів у вигляді розподілів випадкових величин. Формально обґрунтований вибір типу розподілу та оцінювання його параметрів представляє собою процес побудови статистичної моделі процесу.

Оскільки створення системи керування неможливе без прогнозування розвитку процесу, то після побудови моделі її необхідно перевірити на можливість застосування до розв'язання задачі прогнозування. На сьогодні існує широкий спектр методів прогнозування, які застосовують в економіці та фінансах. Однак далеко не всі методи забезпечують високоякісні прогнози в конкретних випадках їх застосування. Тому вибір методу прогнозування — це досить непроста задача, яка потребує одночасного застосування декількох альтернативних методів і вибору кращого з них на основі аналізу отриманого результату. У багатьох випадках кращих результатів прогнозування можна досягти за рахунок усереднення (або комбінування за допомогою вагових коефіцієнтів) оцінок прогнозів, отриманих за допомогою різних методів.

Найбільш популярними на сьогодні методами прогнозування розвитку процесів довільної природи є такі: методи регресійного аналізу, нечітка логіка, ймовірнісні методи, метод групового врахування аргументів, нейронні мережі, методи на основі "м'яких" обчислень та деякі інші. Кожний із згаданих методів в тій чи іншій мірі може враховувати невизначеності статистичного або структурного характеру. Найбільшим придатними для прогнозування процесів з невизначеностями є ймовірнісні методи, нечітка логіка і нейронні мережі. За своєю природою ці методи близькі до способів моделювання ситуацій та прийняття рішень людиною, а тому їх застосування в системах управління та підтримки прийняття рішень (СППР) можуть дати значний позитивний ефект.

Одним із сучасних напрямів розвитку ймовірнісних методів моделювання і прогнозування є статичні і динамічні мережі Байєса. Вони призначені для розв'язання задач розпізнавання

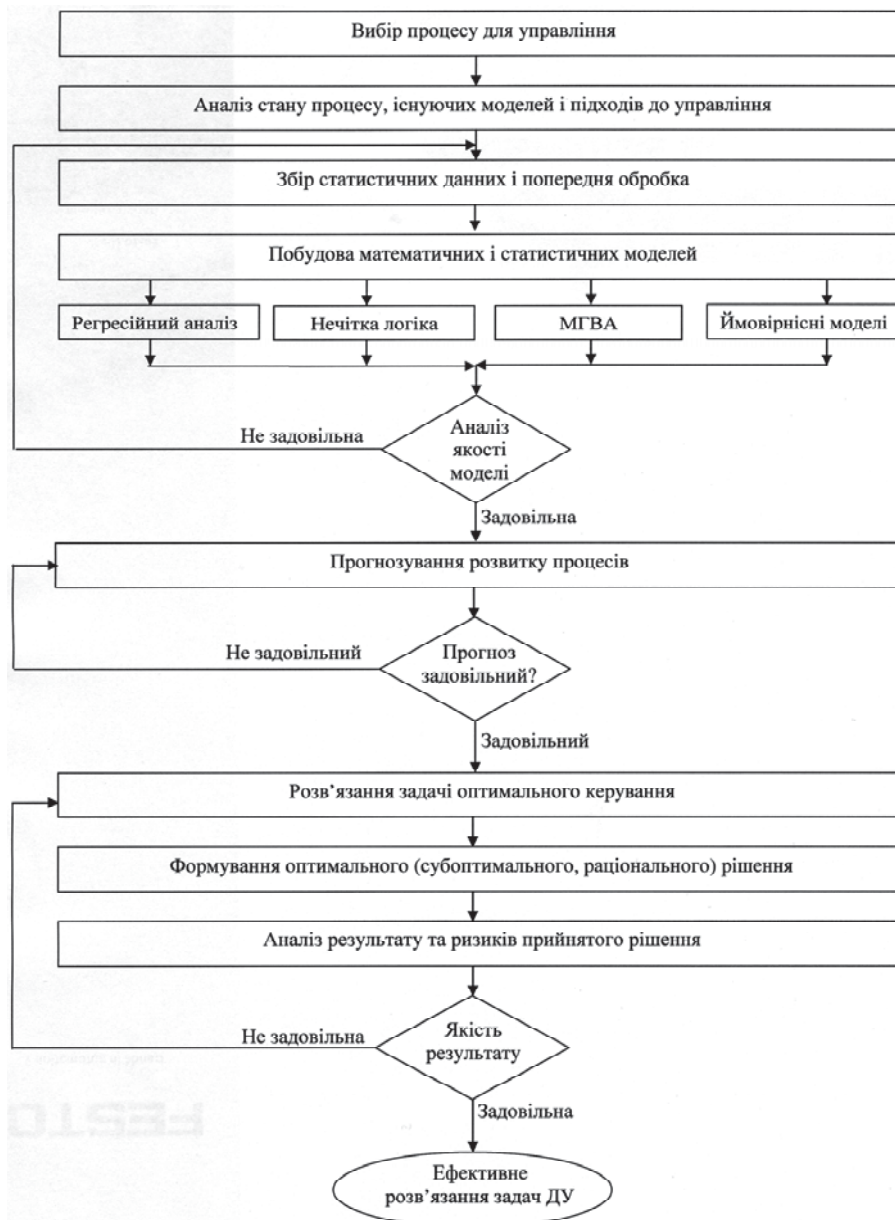


Рис. 1. Концептуальна схема СППР для розв'язання задач державного управління

образів (ситуацій), прогнозування розвитку процесів та їх діагностики, а також для керування процесами і об'єктами різної природи. Перевагою моделей у формі мереж Байеса є можливість стосовно створення моделей високого порядку (у значенні великої кількості вузлів), використання неперервних та дискретних змінних в одній моделі, врахування невизначеностей структурного і стохастичного типів, можливості використання методів точного і наближеного формування ймовірного висновку.

Наступним етапом створення СППР є вибір методу управління вибраним процесом. Це можуть бути високоефективні сучасні методи оптимального, адаптивного та змішаного керування. Вибір методу керування у значній мірі залежить від типу створеної на попередньому етапі математичної моделі. Популярними методами оптимального керування є на сьогодні такі: варіаційне числення, принцип максимуму Понтрягіна, динамічне програмування, узагальнений метод множників Лагранжа, метод на основі розв'язку рівняння Ріккати та деякі інші. Важливу роль у досягненні ефективного управління процесом відіграє коректна постановка задачі оптимального керування  $X$ , яка складається з таких елементів: (1) математична модель високого ступеня адекватності процесу,  $M$ ; (2) обмеження та початкові умови для змінних,  $R$ ; (3) критерій оптимальності,  $J$ . Цю трійку можна формально записати так:  $X = \langle M, R, J \rangle$ .

У результаті розв'язання задачі оптимального управління отримуємо траєкторію розвитку для вхідних (керуючих) та вихідних (вектор стану) змінних процесу. Якість оптимального управління процесом можна оцінити за допомогою чисельних критеріїв, які максимізуються (або мінімізуються) в процесі обчислення керуючих впливів. Крім того, показниками якості управління можуть бути значення змінних, на які накладаються обмеження. Наприклад, можна максимізувати об'єм випуску продукції в галузі при обмеженні на рівень безробіття. Дотримання введеного обмеження представляє собою числовий показник якості і вказує на досягнення поставленої мети управління.

Простим чисельним критерієм якості управління може бути такий, що мінімізує витрати на досягнення поставленого завдання:

$$J_1 = \sum_{k=1}^T qu(k) \rightarrow \min_u,$$

де  $T$  — горизонт керування, тобто період часу, протягом якого реалізується керуючий вплив;  $u(k)$  — вхідний керуючий вплив;  $q$  — ваговий

коефіцієнт;  $k=0,1,2,\dots$  — дискретний час (кількість місяців, кварталів, років). Для максимізації випуску продукції можна скористатись таким критерієм:

$$J_2 = \int_{t_0}^{t_f} x(t) dt \rightarrow \max_v,$$

де  $t_0, t_f$  — початковий і кінцевий моменти часу всього періоду керування;  $x(t)$  — поточна продуктивність підприємства або групи підприємств;  $v$  — керуюча змінна, яка впливає на продуктивність. Серед критеріїв якості, які найчастіше застосовуються в оптимальному управлінні, є квадратичний критерій, який використовують для одночасної мінімізації витрат на досягнення бажаного результату і мінімізації відхилення вихідних змінних від заданого рівня. Він має такий вигляд:

$$J = \sum_{k=1}^T [u^T(k)Qu(k) + x^T(k)Rx(k)] \rightarrow \min_u,$$

де  $u(k)$  — вектор вхідних керуючих впливів;  $x(k)$  — вектор стану процесу (вектор вихідних величин);  $Q, R$  — матриці вагових коефіцієнтів. Наведений критерій мінімізується шляхом вибору (обчислення) вектора керуючих впливів  $u(k)$ . Перший член в квадратних дужках мінімізує витрати на енергію керування, а другий мінімізує похибку між заданими і фактичними значеннями вектора стану вибраного процесу.

За розв'язком задачі оптимального управління відбувається постановка конкретної задачі прийняття рішень (на основі отриманого розв'язку задачі управління) та формування оптимального (субоптимального, раціонального) рішення в смислі вибраного критерію оптимальності. Як правило, в державному управлінні прийняття рішень здійснюється в умовах ризику та невизначеностей. До рішень, що приймаються в умовах ризику, відносяться такі, при яких результати альтернативних варіантів містять невизначеності, але відомі ймовірності досягнення того чи іншого результату. Рішення приймають в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити ймовірність потенційних результатів. Така ситуація зазвичай має місце, коли фактори, які необхідно врахувати, є досить складними і стосовно них неможливо отримати достатньо інформації. Тому при розв'язанні задачі прийняття рішення залежно від конкретних умов постановки задачі та реалізації рішення обирають відповідні методи врахування умов ризику, врахування та розкриття невизначеностей різного характеру [3]. Так, застосування методів на основі експертних оцінок виявляється практично прийнятним

підходом для одержання ефективних рішень, особливо у стратегічних і надзвичайно важливих галузях.

При незадовільній якості прийнятого рішення процес постановки та розв'язання задачі оптимального керування, а також розв'язання задачі прийняття рішень в цілому може бути виконаний повторно. Завершальний етап аналізу результату прийняття рішення та ризиків стосовно його реалізації забезпечує високу ефективність процесу розв'язання задач державного управління.

## ВИСНОВКИ

Запропонована концепція формування та розв'язання задач державного управління на основі підходів та методів системного аналізу, яка ґрунтується на комплексному використанні методів статистичної обробки даних, математичного моделювання, прогнозування та оптимального управління. Результатом застосування даної концепції є створення СППР для розв'язання задач державного управління. Концепція суттєво відрізняється від відомих системним підходом до розв'язання задач державного управління і можливість врахування в процесі формування рішень невизначеностей статистичного, параметричного та структурного характеру, що дає змогу значно підвищити якість рішень в умовах наявності невизначеностей. Використання запропонованої концепції також забезпечує отримання високоякісних (за точністю) оцінок коротко- та середньострокових прогнозів за умови наявності інформативних даних, а також формування альтернативних оптимальних і раціональних рішень і передбачає універсальність застосування до широкого класу процесів державного рівня.

У подальших дослідженнях передбачається поглиблена конкретизація запропонованої концепції та її застосування до розв'язання прикладних задач державного управління.

## Література:

1. Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. Принятие решений: интегрированные интеллектуальные системы. — М.: Юнити, 2003. — 270 с.
2. Интриллигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. — М.: Айрис-пресс, 2003. — 576 с.
3. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений. — СПб.: Издательство "Лань", 2001. — 384 с.
4. Бідюк П.І., Савенков О.І., Баклан І.В. Часові ряди: моделювання і прогнозування. — Київ: ЕКМО, 2003. — 141 с.

Стаття надійшла до редакції 10.03.2009 р.