



МЕТОДИКА ПОБУДОВИ І РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Кравець С.В.

професор, доктор технічних наук

В економіці типовий процес дослідження включає наступні етапи і підетапи: постановка проблеми - виявлення проблеми, формування цілей і критеріїв, аналіз проблеми і її якісне формулювання, побудова математичних (економетричних) моделей; пошук оптимальних рішень - рішення економетричних моделей за вибраними цільовими функціями, синтез оптимального рішення; прийняття і реалізація рішення - прийняття рішення, впровадження (реалізація) прийнятого рішення, оцінка отриманого результату, коректування моделі.

Наявність математичного опису того або іншого об'єкту або явища - важливий науковий результат. Він дозволяє відобразити аналітичний зв'язок між вхідними і вихідними змінними, на базі якого може бути вироблене таке керування об'єктом (процесом), яке задовільняє заданій системі обмежень і доставляє екстремальне значення вибраній цільовій функції. Тому етап побудови економетричних моделей є найбільш суттєвим.

Через велику складність виробничих систем моделювання їх діяльності раціонально проводити через моделювання окремих підсистем, які використовуються для побудови загальної моделі.

Побудова економетричних моделей проводиться поетапно;

1) побудова концептуальної моделі (сукупність якісних залежностей критеріїв оптимальності і різного роду обмежень від суттєвих факторів) - обстеження системи і побудова сценарію її функціонування; формулювання мети, формування критеріїв і обмежень; вибір суттєвих факторів і формування концептуальної моделі;

2) формування економетричної моделі - постановка прикладної задачі моделювання, розробка формалізованої схеми процесу і моделюючого алгоритму; математична формалізація задачі і оцінка адекватності моделі;

3) рішення економетричної моделі - аналіз моделі і вибір методу її рішення; розробка алгоритму рішення, написання і відладка програми; аналіз результатів розрахунку; оцінка точності моделі.

Результати обстеження об'єкту оформляються у вигляді опису функціонування об'єкту - сценарію. Побудова сценарію функціонування об'єкту проводиться в п'ять етапів.

На першому етапі будується канонічна модель об'єкту, яка показує суттєві інформаційні, енергетичні, матеріальні, кадрові входи і виходи об'єкту, а також входи і виходи неузгодженості.

На другому етапі вивчається внутрішня структура об'єкту, приймаються рішення про включення тих або інших елементів об'єкту в склад його майбутньої моделі. Структура об'єкту розглядається за допомогою ієрархічної моделі і моделі внутрішньої структури. В ієрархічній моделі об'єкт розділяється на рівні згідно принципу декомпозиції - підлеглості нижчих рівнів вищим. У загальному випадку будь-яку систему можна розділити на підсистеми визначеного рангу. В моделі внутрішньої структури її елементи повністю відповідають нижнім елементам ієрархічної структури. В таких моделях відображаються тип і напрямок зв'язку.

На третьому етапі проводиться деталізація зв'язків у структурних моделях. На основі рішень про включення тих або інших елементів у склад моделі об'єкту уточнюються і конкретизуються призначення кожного елементу, функції, які він виконує в процесі роботи всієї системи, його входи та виходи - проміжні параметри і змінний стан об'єкту. В моделі внутрішньої структури проходить заміщення елементу системи функціями, які цей елемент виконує, заміщення зв'язків між елементами зв'язками між функціями.

Четвертий етап починається із вивчення місцезнаходження і призначення кожного елементу моделі внутрішньої структури в процесі функціонування об'єкту; дозволяє визначити перелік елементарних процесів, які проходять у досліджуваному об'єкті, а також перелік функцій як об'єкту в цілому, так і кожного окремого елементу. На цьому етапі необхідно відповісти на такі питання:

1) для чого призначений даний елемент, які функції (елементарні процеси) він виконує, якого роду потоки він переробляє або перетворює;

2) для якої функції елемент встановлюється, автономно або сумісно з іншими елементами реалізується дана функція, а якщо сумісно, то який порядок взаємодії елементів;

3) чи взаємопов'язані функції елементів між собою по отриманню того або іншого виходу канонічної моделі;

4) чи всі виходи канонічної моделі забезпечуються наборами взаємопов'язаних функцій;

5) чи співпадають функції об'єкту, які впливають із канонічної моделі, з функціями, які впливають із моделі внутрішньої структури;

В результаті проведення цього етапу формуються переліки функцій - елементарних процесів, які виконуються або окремими елементами об'єкту, або

сукупністю тих або інших елементів.

На п'ятому етапі проводиться синтез елементарних процесів у єдину модель функціонування об'єкту. Результатом етапу є функціональна модель об'єкту.

Для формування концептуальної моделі необхідно побудувати "дерево" цілей, "дерево" цілей-параметрів, вибрати критерій оптимальності і обмеження.

Для правильного формулювання цілей дослідження і подальшого формування критеріїв оптимальності доцільно будувати і аналізувати "дерево" цілей, яке являє собою ієрархічну структуру відповідно ієрархічній моделі об'єкту дослідження. Кінцеві цілі (верхній поверх) служать для об'єкту дослідження цілями розвитку, а кінцеві цілі (нижній поверх) - цілями стабілізації. Цілі розвитку є основою для формування критеріїв оптимальності. При розгляді задач стабілізації цілі розвитку виступають у вигляді обмежень - план заданий і фіксований. При розгляді задач розвитку доцільно фіксувати у вигляді обмежень цілі стабілізації, наприклад, формувати підприємству план в умовах незмінної системи керування, технологічних процесів, норм витрат ресурсів тощо.

"Дерево" цілей-параметрів безпосередньо служить для формулювання концептуальної моделі. Воно служить скелетом майбутньої економетричної моделі. Побудову його проводять у такому порядку. Для кожного елемента моделі ієрархічної структури по рівнях знизу до верху перераховуються його первинні і похідні фактори, а також характеристики оточення, які діють на цей елемент. Після чого він суміщається з відповідними йому елементами з "дерева" цілей - проводиться накладання багатьох факторів на "дерево" цілей. Потім встановлюються зв'язки між цілями і факторами, які забезпечують досягнення цих цілей. При цьому кожна ціль формується як похідний фактор, який потребує для свого розрахунку наявності ряду первинних і попередніх похідних факторів. Особливістю сумісного "дерева" цілей - параметрів є те, що "коренями дерева" є вихідні характеристики, які служать для безпосереднього розрахунку критеріїв оптимальності або обмежень. Початкові умови, змінні характеристики зовнішнього середовища - "листки дерева".

В економетричну модель необхідно включати найбільш суттєві фактори. Для їх відбору використовують статистичні і експертні методи. На результат функціонування системи впливають як кількісні, так і якісні фактори. Якісний фактор є суттєвим тільки в тому випадку, якщо існує два або більше рівнів, для яких суттєво відрізняються вихідні характеристики об'єкту. Дослідження якісних факторів на суттєвість проводиться за допомогою дисперсного аналізу.

Після виявлення суттєвості якісних факторів на різних рівнях вирішується завдання виявлення взаємозв'язку між вхідними кількісними факторами, за рахунок чого скорочується число незалежних факторів. Для цього визначають коефіцієнти парної лінійної кореляції або кореляційного відношення.

Потім аналогічним чином вирішується завдання виявлення взаємозв'язку між вхідними факторами і вихідними характеристиками моделі і вибору із вхідних факторів тих, які найбільш суттєво впливають на результат моделювання.

На етапі формулювання економетричної моделі критерій оптимальності перетворюється в цільову

функцію, обмеження - в рівняння зв'язку, а концептуальна модель - у математичну. Оригінальні рівняння можна вивести в ході досліджування об'єкту або на основі попередніх досліджень подібних систем. Для побудови економетричних моделей елементарних процесів, які відбуваються у відповідності з визначеними законами, використовують математичні вирази цих законів. Необхідні вирази беруть із технічної і наукової літератури або виводять за допомогою відповідного математичного апарату. Статичні фізичні процеси описують звичайними алгебраїчними рівняннями, а динамічні - диференціальними або кінцево-різницеви.

В результаті проведення математичної формалізації для кожного елементарного процесу створюється його математична модель. Після чого проводиться стикування часткових математичних моделей по входах і виходах в єдину математичну модель об'єкту за рахунок введення логічних блоків керування. Для цього логічні умови формалізуються у вигляді рівностей або нерівностей. Отримана сукупність співвідношень є описовою економетричною моделлю об'єкту. Формалізація критерію оптимальності цільовою функцією переводить описову модель в оптимізаційну.

На останньому етапі проходить аналіз і реалізація економетричної моделі. Для цього вибирається один із трьох основних методів рішення:

- 1) аналітичний;
- 2) за допомогою числових методів;
- 3) за допомогою алгоритмічних методів експериментальної оптимізації на ЕОМ.

Найбільш суттєвими із них є аналітичні методи, які дозволяють отримати кінцевий результат у вигляді математичного виразу. Але далеко не у всіх випадках аналітичним методом можна отримати точне рішення задачі в замкненому вигляді. Для вирішення складних економетричних задач поряд з аналітичними методами необхідно застосовувати методи апроксимації та чисельні методи, які дозволяють отримати рішення з деяким наближенням.

Якою б складною і повною не була економетрична модель, вона є наближеним відображенням реального процесу. Але в будь-якому випадку вона повинна бути адекватною (придатною) реальній системі. Оцінка адекватності і точності економетричної моделі є важливим заключним завданням моделювання тому, що будь-які дослідження на неадекватній моделі втрачають сенс. Модель є достовірною, якщо її концептуальна модель адекватна процесу, що досліджується, математична модель адекватна концептуальній, а точність реалізації математичної моделі відповідає заданій, якщо похибка розрахунку не перевищує допустимої.

Таким чином, при побудові економетричних моделей необхідно дотримуватися такого шляху: "канонічна модель > ієрархічна модель > модель внутрішньої структури > функціональна модель > "дерево" цілей > "дерево" цілей-параметрів > концептуальна модель > економетрична модель".