

## МОДЕЛЮВАННЯ ІЄРАРХІЧНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

В.І. Ткаченко  
(подав проф. А.В. Корольов)

Запропоновано підхід до створення динамічної моделі автоматизованої системи управління, що має складну ієрархічну структуру.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується значними динамічними процесами, для якісного оперативного управління якими необхідно приймати рішення в масштабі реального часу. Для цього необхідно своєчасно зібрати достовірну інформацію, обробити її з метою реалізації можливих варіантів для прийняття рішення та критеріїв їх оцінки і довести керівні вимоги (поставити задачі) до виконавців рішень. Крім того, необхідно впевнитись не тільки в прийнятті команд виконавцями, а і в тому, що вони їх зрозуміли і мають необхідну матеріально – технічну та фінансову базу для їх виконання.

Контроль процесу виконання рішень також потребує уваги керівника, а для цього йому необхідні своєчасні дані про реальний хід процесу виконання його рішення. Так як будь - яке рішення має свої особливості, а для керівника будь-якої ланки управління дуже важливо мати можливість аналізувати свою діяльність і діяльність своїх підлеглих, то, очевидно, що необхідно мати для цього відповідну систему. Єдиним правильним рішенням може бути тільки аналіз, моделювання та розробка автоматизованих систем управління (АСУ) на базі єдиної технології автоматизації управлінських процесів.

Розробка автоматизованих систем управління повинна базуватися на ряді загальних принципів [1]:

- комплексний підхід до автоматизації процесів систем управління;
- системний підхід, що забезпечує всебічне розкриття внутрішніх та зовнішніх зв'язків системи, яка розглядається як цілісний комплекс взаємозв'язаних елементів;
- гнучкість структури, що забезпечує можливість безперервного розвитку;
- уніфікація технічних засобів автоматизації;
- можливість швидкого переходу до неавтоматизованого управління у випадку раптового виходу із ладу всієї АСУ або її окремих елементів у надзвичайній ситуації.

Необхідність оперативного управління у масштабі реального часу потребує динамічного принципу побудови АСУ, що забезпечує безперервну циркуляцію інформації в системі та створення інформаційної картини, що безперервно відображає стан управляємих об'єктів. Якщо  $T_y$  – час розв'язання задачі управління, то

$$T_y \leq T_{кр} - T_{цу},$$

де  $T_{кр}$  – критичний час, що визначається часом зміни обставин, а  $T_{цу}$  – час циклу управління, що визначається часом збору інформації, доведенням її до вищих ланок управління, відображенням оточення.

Відмітимо, що функціональна структура АСУ має ієрархічну природу та будемо розглядати об'єкти управління в залежності від рівня ієрархії. При цьому врахуємо, що після того, як інформацію прийнято із зовнішнього джерела на визначеному рівні ієрархії, подальший її рух у часі може бути підпорядкованим виключно цілям управління.

Назвемо елементом управляемого об'єкту ту його найменшу частину, у якій проявляються і можуть бути зареєстрованими впливи, що виникають у процесі управління та впливають на нього. У межах періоду обробки  $\Delta t = t_{j+1} - t_j$  для кожного елемента  $i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) можна розглядати наступні змінні (рис.1):

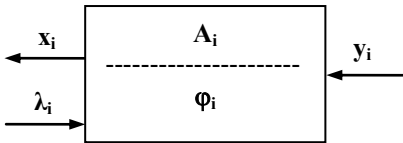


Рис.1. Вплив на елемент управляемого об'єкту

$y_i$  - управляючий вплив;  
 $\lambda_i$  - фізичні й інформаційні впливи, що призводять до різноманітних завад;

$\phi_i$  - внутрішні зв'язки, що визначають допустимі стани, у які може переходити  $i$ -й елемент;

$A_i$  - стан елементів у момент часу  $t$ ; якщо інтервал  $\Delta t = t_j - t_{j-1}$ , то  $A_i(t_j)$  - поточний стан;

$x_i(t_j)$  - інформація, що утворюється при зміні стану елемента від  $A_i(t_{j-1})$  до  $A_i(t_j)$ ;  $x_i(t_j) = f(\lambda_i, \phi_i, y_i, A_i(t_{j-1}))$ .

Тоді для управляемого об'єкту можна визначити сумарну зміну інформації за період обробки, починаючи з моменту  $t_{j-1}$ , як  $\bar{X}(t_j) = (x_1(t_j), \dots, x_n(t_j))$ . Таким чином, у регулярному процесі дискретного управління для наступного інтервалу часу новий управляючий вплив тоді можна розрахувати, як [2]

$$\bar{Y}(t_{j+1}) = \psi(t_j, \lambda(t_j), \bar{\phi}, \bar{A}(t_j), \bar{X}(t_j)). \quad (1)$$

Для практичної реалізації управління він повинен бути доведеним до кожного елемента об'єкту у вигляді відповідних впливів  $y_i(t_{j+1})$ , що є компонентами вектора  $\bar{Y}(t_{j+1})$ .

У ієрархічній АСУ динамічні моделі об'єктів управління присутні на кожному рівні управління, причому вони мають різний склад інформаційних величин, що відображають стан підпорядкованих управляємих об'єктів у відповідності до функцій та задач, що виконуються на цих рівнях. При цьому кожна змінна величина динамічної моделі вищого рівня являє собою підсумок деякої множини змінних величин нижчого рівня. У залежності від вимог до системи на кожному рівні ці множини можуть бути як перерізними, так і вкладеними.

Внутрішні зв'язки елементів  $\phi_i$  управляемого об'єкта  $K_\omega$  рівня  $\omega$ , зв'язки між елементами множини  $\{K_\omega\}$  одного рівня ієрархії та міжрівневі зв'язки управляючої системи характеризують побудову управляємих об'єктів і визначають деяку множину правил за допустимими змінами станів об'єктів. На кожному рівні  $\omega$  необхідна наявність динамічних масивів, що відображають зміни, що відбулися в підпорядкованих управляємих об'єктах управляючої системи даного рівня. Кожна порція інформації  $x_i$  повинна містити кількісні, часові та інші характеристики подій.

Розглянемо сумарний інформаційний вектор рівня  $\omega$ , що включає  $\Omega$  інформаційних об'єктів

$$\bar{X}^{(\omega)}(t_j) = \sum_{l=1}^{\Omega} \bar{X}_l^{(\omega)}(t_j), \quad (2)$$

що надійшов на рівень на початку циклу управління за зворотнім зв'язком. Відмітимо, що незалежно від циклів управління зворотній зв'язок в АСУ реального часу функціонує безперервно або дискретними порціями без втрат накопичуваної інформації. Тому, у проміжку попереднього циклу від  $(t_{j-1} - T_\omega)$  до  $t_{j-1}$  було одержано інформаційний вектор

$$\bar{X}^{T(\omega)}(t_{j-1}) = \bar{X}^{(T_\omega)}(t_{j-1}) = \sum_{l=1}^{\Omega} \sum_{\tau=t_{j-1}-T_\omega}^{t_{j-1}} \bar{X}_l^{(\omega)}(\tau), \quad (3)$$

де  $T_\omega = k_\omega \cdot \Omega \cdot \Delta t$  – час, потрібний для регулярного здійснення управління на рівні  $\omega$  [3],  $k_\omega$  – нормуючий коефіцієнт рівня.

Інформаційний вектор, одержаний в (3), дозволяє актуалізувати модель системи на розглядаємому рівні, а це, із врахуванням (2), дозволяє перевести динамічну підмодель у новий стан

$$\bar{A}^\omega(t_j) = \bar{A}^\omega(t_{j-1}) + \bar{X}^\omega(t_j). \quad (4)$$

Одержані вирази з урахуванням (1) дозволяють реалізувати алгоритм розрахунку управляемого впливу на розглядаємому рівні:

$$\bar{Y}^{(\omega)}(t_j + T_\omega) = \sum_{l=1}^{\Omega} \psi(t_j + T_\omega, \bar{\lambda}^{(\omega)}(t_j + T_\omega), \bar{\varphi}^{(\omega)}, \bar{A}^{(\omega)}(t_j), \bar{X}^{(T_\omega)}(t_{j-1})). \quad (5)$$

Реалізація управляемого впливу (5) практично може бути здійсненим доведенням його до кожного елемента  $i$  кожного управляемого об'єкта з множини  $\{K_\omega\}$  на протязі всього періоду  $T_\omega$  розкладанням вектора  $\bar{Y}^{(\omega)}(t_j + T_\omega)$  з урахуванням локальних умов.

При включенні описаної підмоделі конкретного рівня до загальної динамічної моделі системи кожний управляючий вплив із (5) повинен розглядатися як ціль або критерій управління на цьому рівні, але не як обов'язковий порядок виконання [4]. Тому у загальній моделі, за аналогією з попереднім першочергово обчислюється вектор сумарного управляючого впливу  $\bar{Y}^{(\omega)}(t_j + T_\Sigma)$ , а потім встановлюються необхідні безпосередні впливи на кожний елемент  $i$  у кожному такті  $j$ .

Реалізація розглянутої системи динамічних підмоделей різних рівнів ієрархії АСУ дозволить зв'язати декілька підсистем, що є одночасно як управляючими, так і управляемими, а також дослідити динаміку зміни станів об'єктів і процес циркуляції інформації по всій ієрархічній структурі системи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Основы теории управления войсками / П.К. Алтухов, И.А. Афонский, И.В. Рыболовский, А.Е. Татарченко. – М.: Воениздат, 1984. – 221 с.
2. Месарович М., Мако Д., Такахага И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
3. Гарляускас А.Ю., Фейгин В.И. Системный анализ и оптимизация сложных сетей. – Вильнюс: МОКСЛАС, 1989. – 212 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.