

Лекція 6: Системний аналіз функціональної структури управління та рішень з алгоритмічного забезпечення.

1. *Системний аналіз функціональної структури управління*
2. *Математичне моделювання*
3. *Моделі і методи оброблення інформації*

Обсяг завдань управління і необхідні його види однозначно визначаються внутрішніми властивостями об'єкта, його структурою і необхідними показниками функціонування. Для ТК формування функціональної структури системи управління має особливе значення.

Функціональна структура - сукупність функцій системи, як сукупність операцій (дій), які забезпечують досягнення приватних цілей (результатів) функціонування системи.

Для організації процесу управління будь-якого виду реалізується деякий універсальний набір функцій, які становлять типову функціональну структуру.

Це такі функції:

- інформаційні - вимірювання, збір, сортування, узагальнення і розподіл даних про стан ОУ;
- програмування режимів управління - перетворення зовнішніх завдань, наприклад, від системи вищого рівня, в сукупність установок для підсистем, обмежень області станів, показників якості управління, програм зміни управлінь;
- вироблення управляючих впливів - сукупність операцій (дій), які визначають значення параметрів керуючих впливів на основі вихідних даних реалізації інформаційної функції та функції програмування режимів управління;
- реалізації керуючих впливів - реалізує результати попередньої функції в фізичне управління на об'єкт.

Для структурного управління виділяють свої функції: технічного діагностування - це специфічна інформаційна функція, яка передбачає контроль зміни технічного стану, пошук місця зміни цього стану, оцінка глибини (обсягу) зміни стану об'єкта діагностування.

При накопиченні відхилень від норми експлуатаційних параметрів об'єкта структурного управління реалізуються свої функції:

- реконфігурації структури об'єкта - оцінка стану попередньою функцією, пошук допустимої структури об'єкта на виділених варіантах, визначення кращого варіанту, зміна зв'язків і режимів функціонування елементів системи, контроль результатів впливу на структуру об'єкта; аварійного захисту: оцінка типу відмови в об'єкті (проста або аварійна), у випадку аварійної
- локалізація області її впливу на працездатні елементи системи, переведення об'єкта за допомогою реконфігурації структури в одне з працездатних станів або в таке, яке відповідає простим відмов;
- управління резервами - виявлення за даними функції технічного діагностування порушень працездатності елемента об'єкта, включення резервних елементів, контроль результатів заміни елементів;
- технічного обслуговування і ремонту - виявлення за даними функції технічного діагностування обсягу і змісту відновлювальних робіт режиму функціонування об'єкта, проведення операцій обслуговування і ремонту, контроль якості відновлювальних робіт.

Реалізація функцій структурного управління має свої особливості:

- реалізація функцій резервування, автоматичної реконфігурації, технічного діагностування виконується децентралізовано, тобто ці функції об'єднуються і часто конструктивно об'єднуються з технічними засобами (а часом і програмними) функцій координатного і параметричного управлінь;
- в процесі розробки системи управління функції структурного управління мають розроблятися так, щоб забезпечити вирішення системних питань: глибина охоплення, ефективність, уніфікація способів і засобів реалізації та ін.

Самі контури структурного управління повинні певним способом взаємодіяти між собою: так контур реконфігурації структури доцільно включати після того, як вичерпані передбачені резерви, а

контури ремонту і технічного обслуговування не тільки за інформацією від технічного діагностування, а і від контурів управління резервами, реконфігурації, аварійного захисту і т.д.

Функціональні структури координатного і параметричного управліннь

Ці структури розглядаються разом, тому що:

- способи компенсації збурень на координати певною мірою забезпечують компенсацію і параметричних збурень;
- ці контури разом з ОУ виступають як об'єкт управління для контуру структурного управління.

Варіанти функціональних структур обираються за двома чинниками:

- видом цілі (завдання) управління;
- способом компенсації збурень.

Вид мети, цілі (завдання) управління

1. Системи стабілізації. Мета.

$$X_{зд} - X(t) \rightarrow 0; \quad X_{зд} = const$$

1. $X_{зд}$, $X(t)$ - відповідно задане і поточне значення регульованої координати. 1. Системи програмного керування по виходах

$X_{зд} = var$ при наперед заданих функціях часу.

Тут є два підкласи:

1 Системи часового програмного по виходах управління, коли $X_{зд}(t)$ жорстко визначається за часом;

2 Системи координатного програмного по виходах управління, коли $X_{зд}(t)$ визначаються рівнем значень деяких координат системи вищого рангу, а значення моментів часу зміни довільні. 2.3 Системи стежить управління

$X(t) = X_{зд}(t)$, $X_{зд} = var$ - функція довільного виду, свідомо не відома. Показники якості стеження визначаються, як правило, значеннями не тільки $X_{зд}(t)$, а та їх похідних. Для підвищення точності стеження необхідно мати якомога більше інформації щодо функції $X_{зд}(t)$.

3 Системи екстремального керування

Мета: показник якості функціонування Критерії вибираються індивідуально для кожного об'єкта, але часто це - втрати на переміщення в області екстремуму («пошуку») і швидкодія, тобто час переключення режиму функціонування в стан, близький до оптимального.

При екстремальному керуванні використовуються також системи класів 2 і 3 для забезпечення якості перехідних процесів. Часто використовується екстремум статичної характеристики

4 Системи оптимального управління

Мета: протягом часу функціонування об'єкта забезпечити екстремум функції в межах допустимих змін параметрів і за існуючих моделях.

Часто ставиться завдання: перевести координати об'єкта зі стану 1 в стан 2 по певній траєкторії

5 Термінальні системи управління

Мета: перевести об'єкт в заданий кінцевий стан або в задану область у вказане або довільний час. Показник якості формується залежно від обмежень на траєкторію руху, збурень і прогнозованих $X(t)$.

Ці системи можна розглядати як підклас систем оптимального управління, але за постановкою і спеціальними методами синтезу доцільно виділяти їх в окремий клас. Способи компенсації збурень. Способи компенсації координатних збурень. Системи управління з обуренню

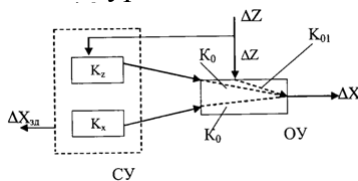


Рис. 1 Структура системи управління збурення

Організовується штучний канал $\Delta X = \Delta X_{зд}$ по кожному обуренню Z_i для його компенсації. Значення параметрів операторів керуючого пристрою K_x , K_z знаходять з умови компенсації, тобто:

$$\Delta X = \Delta X_{зд} \cdot K_x \cdot K_0 + \Delta Z \cdot K_x \cdot K_0 + \Delta Z \cdot K_{01}$$

- где

$$K_x = 1/K_0; \quad K_z = -K_{01}/K_0$$

Після підстановки

$$\Delta X = \Delta X_{zd} \cdot 1/K_0 \cdot K_0 + \Delta Z \cdot (-K_{01}/K_0) \cdot K_0 + \Delta Z \cdot K_{01}$$

Тобто

$$\Delta X = \Delta X_{zd}$$

У цьому способі:

- Залежно $\Delta X = \Delta X_{zd}$ від значення K_z можна отримати різну ступінь компенсації, або навіть перекомпенсацію;

- При будь-яких значеннях K_x , K_z зберігається стійкість системи (при стійкому об'єкті).

Обмеження:

- Спосіб застосовується при повільно змінюваних Z ;

- Для компенсації Z його необхідно вимірювати; - Для досягнення необхідно забезпечити стабільність параметрів K_x , K_z , які залежать від параметрів об'єкта.

Системи управління по відхиленню

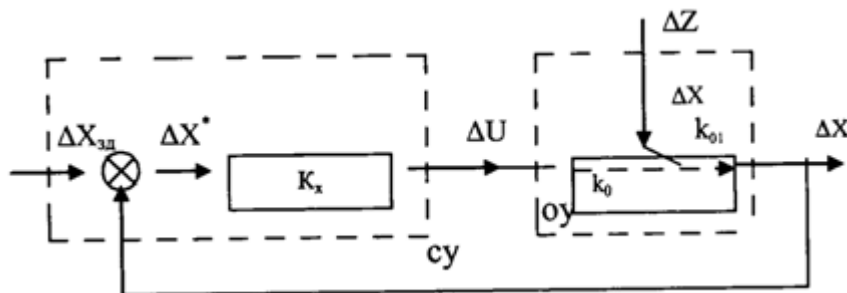


Рис. 2 Структура системи управління по відхиленню

Значення ΔX і ΔX_{zd} порівнюються безперервно або з деякою циклічністю.

При цьому

$$\Delta X = K_0 \Delta U - K_{01} \Delta Z; \quad \Delta U = K_x \cdot \Delta X^*; \quad \Delta X^* = \Delta X_{zd} - \Delta C$$

або

$$\Delta X = \frac{K_0 K_x}{1 + K_0 K_x} \Delta X_{zd} - \frac{K_{01}}{1 + K_0 K_x} \Delta Z$$

Похибка управління, викликана дією обурення:

$$\Delta X = - \frac{K_{01}}{1 + K_0 K_x} \Delta Z$$

Повна компенсація можлива при $K_x \rightarrow \infty$, або компенсація тим повніше, ніж «більш сильне» нерівність $1 + K_0 K_x > K_{01}$.

Методична похибка викликана тим, що

$$\frac{K_0 K_x}{1 + K_0 K_x} < 1$$

при кінцевих значеннях K_0 , K_x , тобто мета управління досягається з тим більшою точністю, ніж «більш сильна» нерівність $K_0 K_x > 1$ $K_0 K_x > K_{01}$

Переваги:

- Ні потреби у вимірі ΔZ ;

- Частково компенсуються обурення на параметри системи K_0 , K_{01} , K_x , цей ефект тим більший, чим більше добуток $K_0 K_x$.

Обмеження в застосуванні: при збільшенні значення коефіцієнта посилення K_x при наявності диференціальних операторів K_0 , K_{01} , K_x підвищення ступеня компенсації збудень обмежується вимогами стійкості, тому завжди є проблема:

статична точність - стійкість.

Зауваження.

Викладені співвідношення відносяться до статичних систем. При наявності в контурі управління інтегруючої ланки повна компенсація забезпечується при кінцевих значеннях K_0 , K_x , але проблема стійкості посилюється.

При багатокомпонентних об'єктах, коли збурення діють на різні компоненти (а також в ТК) застосування одного контуру вимагає ускладнення оператора K_x або компенсація взагалі неможлива. Часто використовуються каскадні структури, які здійснюють роздільну компенсацію.

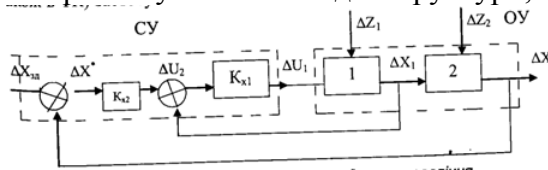


Рис. 3 Структура системи каскадного управління

Структура каскадної системи більш складна, але оператори K_x більш прості.

Перший контур основної ΔZ , другий - по X_1 - допоміжний, який налаштовується на компенсацію.

1.3 Комбіновані системи

Спосіб компенсації - об'єднання класів 1.1 та 1.2.

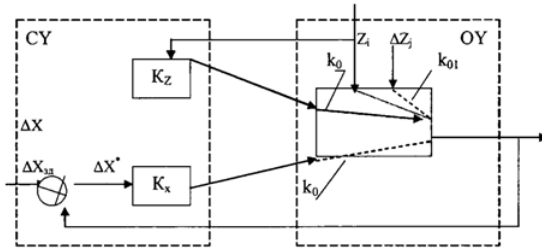


Рис. 4 Структура системи комбінованого управління

$$\Delta X = \frac{K_0 K_x}{1 + K_0 K_x} \Delta X_{z0} - \frac{K_{01} - K_0 K_z}{1 + K_{01} K_x} \Delta Z$$

для компенсації ΔZ необхідно

$$K_{01} - K_0 K_z = 0,$$

Тобто при кінцевих значення коефіцієнтів.

Переваги:

- Проблема статична точність - стійкість вирішується простіше;
- Частково компенсується дрейф значень коефіцієнтів K_x , K_z , K_0 , K_{01} .

Зауваження: контур по обуренню $\Delta Z \rightarrow \Delta X$ використовується для найбільш сильно чинного збурення ΔZ_i , а зворотний зв'язок - для решти збурень в системі. Канал $\Delta Z_i \rightarrow \Delta X$ значно підвищує швидкість і точність.

2 Системи з компенсацією координатних і параметричних збурень

Ці системи застосовуються для нестационарних об'єктів, або об'єктів з невідомими характеристиками. Тоді принципи управління, які визначають функціональну структуру системи, можна класифікувати так:

- За ступенем нестационарності динамічних властивостей об'єкта;
- За способом завдання бажаного функціонування;
- За способом компенсації впливу нестационарності об'єкта.

Спільним для цих класів систем є властивість адаптації за рахунок:

- Вибору величини і частоти корекцій керуючих дій на основі рекурентних алгоритмів обробки наявної інформації про хід процесів в об'єкті;
- Зміни динамічних властивостей (параметрів) системи заданої структури (системи з самонастроювання);
- Комутацією структури і режимів роботи системи (системи зі змінною структурою).

2.1 Системи координатно- параметричного управління

Системи з самонастроювання використовують в тих випадках, коли ступінь нестационарності динамічних характеристик ОУ є суттєвою, і її не вдається компенсувати ні зміною параметрів, ні додатковими діями.

Використовується два способи:

- Організація прямої дії від прямо або побічно вимірних нестационарних параметрів динамічних характеристик ОУ на змінювані координати ОУ;
- Організація контуру компенсації із зворотними зв'язками по вимірювальних нестационарних динамічних властивостей об'єкта.

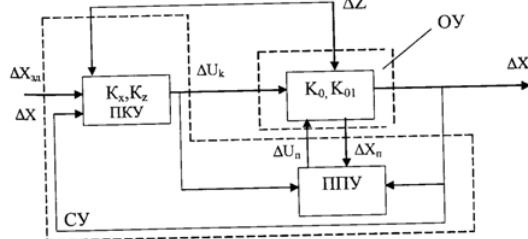


Рис. 5 Структура системи координатно- параметричного управління.

ППУ - прилад параметричного управління;

ПКУ - прилад координатного управління;

СУ - система управління.

Основна проблема при створенні - оптимальне з'єднання контурів координатного і параметричного управління.

2.2. Безпошукові системи з самонастроюванням

Спосіб компенсації полягає у вимірюванні і безперервній компенсації відхилень фактичної траєкторії зміни координат, які визначають рівень якості функціонування об'єкта, від бажаних траєкторій, які визначають заданий рівень якості.

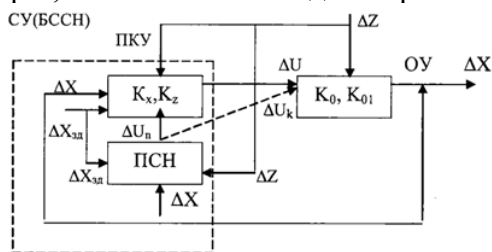


Рис. 6 Структура беспоисковой системы с самонастройкой.

ПКУ - прилад координатного управління;

ПСН - прилад самонастроювання

Бажаний режим роботи може бути оптимальним, тоді переходимо до оптимальним системам з самонастроювання. Можуть бути системи з явними оцінками: з контролем частотних характеристик або кореляційних функцій вхід - вихід.

Пристрій самонастроювання (адаптації) мінімізує відхилення фактичної траєкторії від бажаної, формуючи $\Delta \bar{U}_*$ на ПКУ. Часом може включатися додатковий вплив ΔU_x .

2.3 Пошукові системи з самонастроювання

Спосіб компенсації полягає в автоматичному виборі за допомогою пошукового пристрою самонастроювання таких значень параметрів основного контуру, при яких забезпечується екстремум функціоналу якості. Часто застосовуються процедури чисельного пошуку.

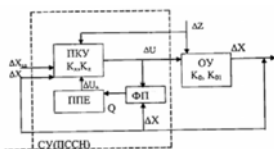


Рис. 7 Структура пошуковой системы с самонастроювання.

ПКУ - прилад координатного управління;

ФП - формувач показників якості управління;

ППЕ - прилад пошуку екстремального значення показника якості.

Обмеження: швидкість процесу пошуку (швидкість збіжності) повинна бути більшою швидкості зміни динамічних властивостей об'єкта. При цьому - чим більше ця різниця, тим краща якість функціонування.

2.4 Автоматичні системи з ідентифікатором

Спосіб компенсації схожий на системи з еталонною моделлю, але в цьому випадку використовується повна або частково настроюється модель об'єкта, яка адаптується в процесі роботи.

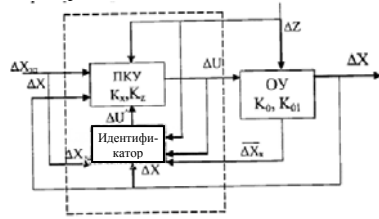


Рис. 8 Структура адаптивної системи з ідентифікатором
ПКУ - прилад координатного управління

За допомогою цієї моделі визначаються сукупності керуючих впливів, які забезпечують екстремальне або допустимий в конкретних випадках значення показника якості управління.

Для складних об'єктів, які характеризуються різними моделями, використовується декілька ідентифікаторів: оперативні (які відстежують кількісні зміни параметрів) і стратегічні (які відстежують зміни виду динамічних операторів структури об'єкта).