

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

кредитний модуль 1



**Теорія лінійних систем
автоматичного керування**

Лекція №2

Фундаментальні принципи автоматичного керування. Класифікація автоматичних систем.

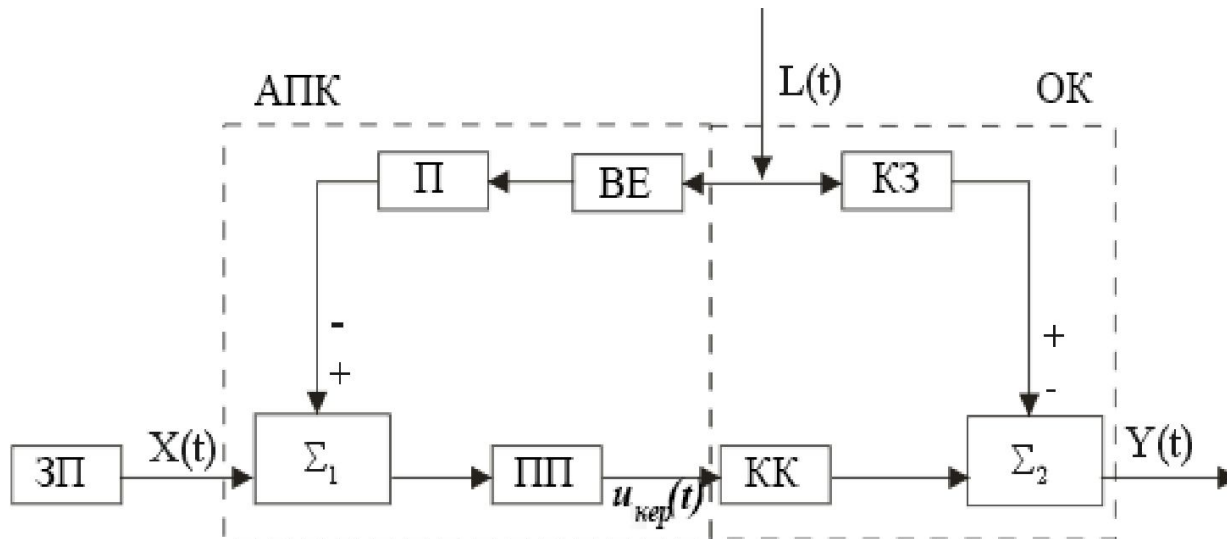
- В залежності від того, який з вище названих факторів 1-3 викликає відхилення керуючої величини від потрібного значення, керуючий вплив повинен бути функцією того фактору.

- Відповідно до факторів 1-3 в САК реалізуються такі чотири фундаментальні принципи керування:
 - 1) Принцип керування за збуренням.
 - 2) Принцип керування за заданим впливом.
 - 3) Принцип керування за відхиленням.
 - 4) Принцип комбінованого керування.

Принцип керування за збуренням.

Використовується, якщо основним фактором, який викликає відхилення керованої величини від потрібного значення, є зовнішнє збурення $L(t)$, тоді керуючий вплив $u_{\text{кер}}(t)$ повинен бути функцією цього збурення

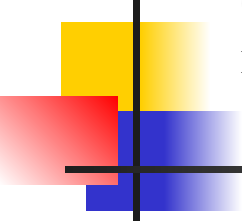
Функціональна схема



ОК – об'єкт контролю;
АПК – автоматичний пристрій керування;
ЗП – пристрій для формування заданого впливу;
ВЕ – вимірювальний елемент;
П – перетворювач;
ПП – підсилювач-перетворювач;
КЗ – канал збурення ОК;
КК – канал керування ОК

$x(t)$ – вхідний вплив (вхідна величина);
 $y(t)$ – вихідна величина;
 $L(t)$ – зовнішнє збурення;
 $u_{\text{кер}}(t)$ – керуючий вплив

$$y(t) = y_{\text{ii}}(t) \pm \delta_L(t)$$



Щоб зменшити або усунути відхилення необхідно виміряти зовнішній вплив $L(t)$ (ВЕ), перетворити (П) і з сумарного з $x(t)$ сигналу сформувати (ПП) керуючий вплив $u_{кер}(t)$ який реалізується на ОК через КК і викликає компенсаційне відхилення керованої величини протилежного знаку:

$$\delta_k(t) = -\delta_L(t) \quad (1.1)$$

- В САК з принципом керування за збуренням керуючий вплив є функцією зовнішнього збурення, алгоритм керування:

$$u_{кер}(t) = f[L(t)] \quad (1.2)$$

- **Такі системи є двоканальними по відношенню до зовнішнього збурення:**
 - 1-й канал – реальний** (природний) канал проходження зовнішнього збурення (через КЗ об'єкта);
 - 2-й канал – штучно створений компенсаційний канал**, причому ВЕ+П=ЗЗ – утворюють зв'язок за збуренням.
- **САК з принципом керування за збуренням мають розімкнену схему:**
 - процес керування не залежить від його результатів;
 - в системі є тільки один (прямий) передачі впливу - зі входу на вихід.



ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ПРИНЦИПУ КЕРУВАННЯ ЗА ЗБУРЕННЯМ

Переваги принципу керування:

- Так як керуючий вплив безпосередньо залежить від фактора, що викликає відхилення, то в таких САК можливе досягнення незалежності (інваріантності) керованої величини від зовнішнього збурення (якщо його можна виміряти).
- У розімкнутій системі не виникає проблеми стійкості (пояснення буде пізніше в окремій темі).

Недоліки:

- Ті зовнішні збурення, які неможливо виміряти, вони будуть викликати відхилення керованої величини.
- Такі системи є чутливими до змінювання параметрів ОК із вхідного впливу.

Принцип керування за заданим впливом

Використовується, якщо основним фактором, який викликає відхилення керованої величини від потрібного значення, є змінювання заданого впливу $x(t)$ на вході інерційного об'єкта

Для зменшення або усунення відхилення керованої величини, яке викликане змінюванням вхідного впливу $x(t)$ на вході інерційного ОК, АПК формує керуючий вплив з вхідного впливу з врахуванням статичних і динамічних характеристик об'єкта. Алгоритм керування:

$$u_{кер}(t) = f[x(t)] \quad (1.3)$$



Такі системи є розімкненими, переваги і недоліки таких САК подібні до розглянутих для принципу керування за збуренням

Принцип керування за відхиленням

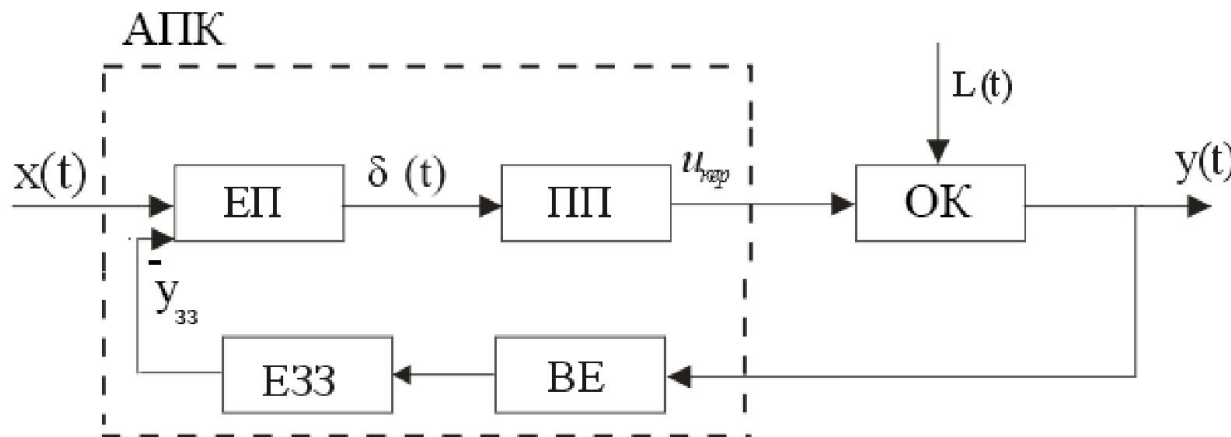
Нехай на ОК діє зовнішнє збурення $L(t)$ і нехай змінюється потрібне значення керованої величини, причому вхідний вплив дорівнює потрібному значенню:

$$x(t) = y_{\text{нотр}}(t)$$

Ці фактори обумовлюють появу відхилення $\delta(t)$ вихідної величини $y(t)$ від потрібного значення

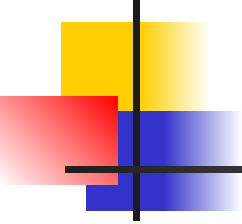
$$\delta(t) = y_{\text{ііі}}(t) - y(t)$$

Для зменшення відхилення $\delta(t)$ вимірюється вихідна величина $y(t)$, порівнюється з потрібним значенням $y_{\text{нотр}}(t)$, і з отриманої різниці формується керуючий вплив $u_{\text{кер}}(t)$, який подається на ОК.



ВЕ – вимірювальний елемент;
ЕЗЗ елементи зворотного зв’язку;
ЕП – елемент порівняння;
 $y_{33}(t)$ – сигнал зворотного зв’язку

$$\delta(t) = x(t) - y_{\text{зз}}(t)$$



Головна особливість таких САК – наявність зворотного зв'язку,
коли сигнал з виходу системи подається на її вхід.
Тому такі системи є **замкнутими.**

- **Алгоритм керування**

$$u_{\text{зад}}(t) = f[\delta(t)] \quad (1.4)$$

- **Переваги**

- В САК відбувається зменшення відхилення, незалежно від факторів, якими воно викликане.
- Такі система є менш чутливими до змінювання параметрів ОК чи елементів АПК.

- **Недоліки**

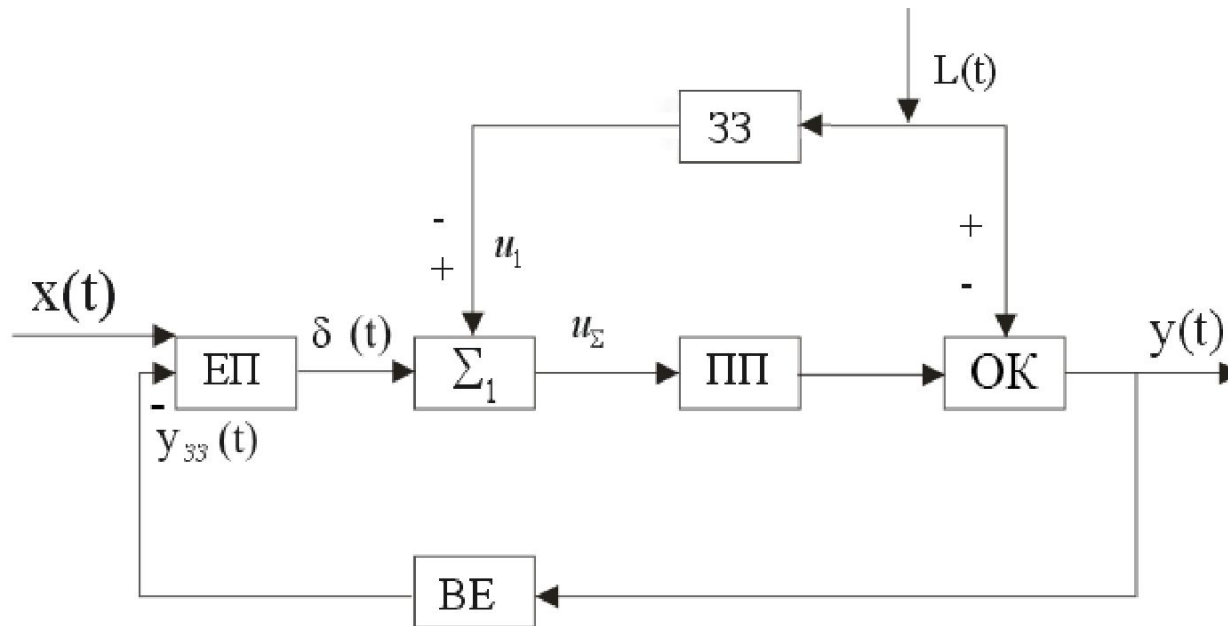
- В системах неможливо досягнути інваріантності, коли $\delta(t) \neq 0$.
- В замкнутих системах виникає проблема стійкості.

Принцип комбінованого керування

Для реалізації такого принципу керування в одній системі використовується декілька принципів керування:

принципи керування, за якими реалізуються розімкнені САК, з принципом керування за відхиленням (замкнена САК)

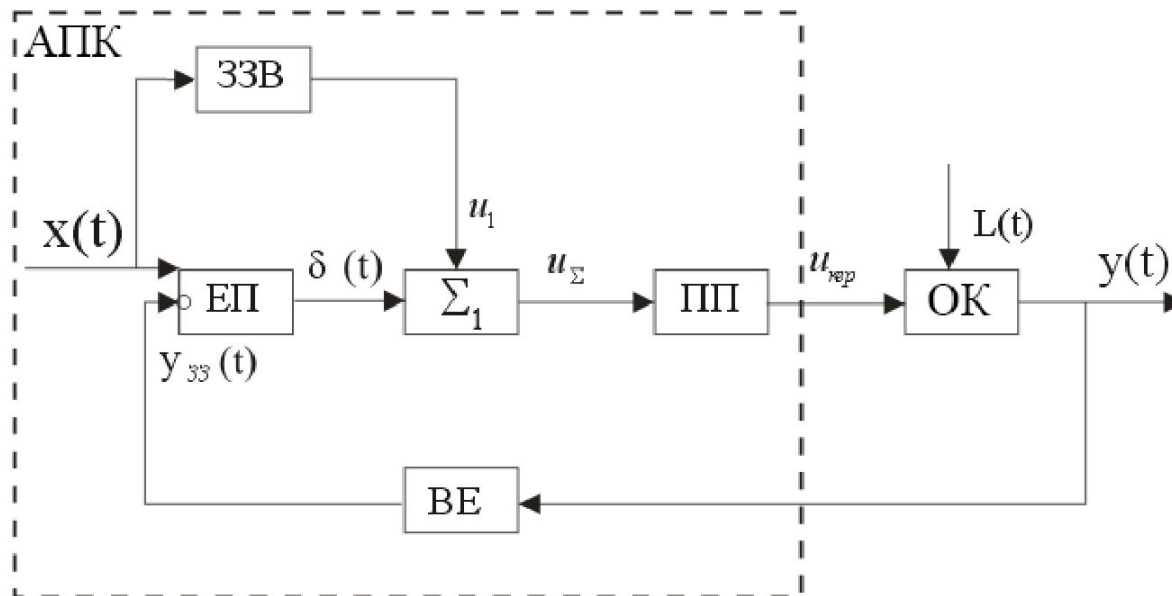
- ПОЄДНАННЯ ПРИНЦИПІВ КЕРУВАННЯ ЗА ЗБУРЕННЯМ І ЗА ВІДХИЛЕННЯМ



Алгоритм керування $u_{кер}(t) = f[L(t), \delta(t)]$ (1.5)

Принцип комбінованого керування

- ПОЄДНАННЯ ПРИНЦИПІВ КЕРУВАННЯ ЗА ЗАДАНИМ ВПЛИВОМ І ЗА ВІДХИЛЕННЯМ



Алгоритм керування $u_{кер}(t) = f[x(t), \delta(t)]$ (1.6)



Класифікація систем автоматичного керування

- За математичним описом системи бувають:
 - **лінійні**, описуються лінійними диференціальними рівняннями за будь-яких (довільних) відхиленнях керованої величини від потрібного значення;
 - **нелінійні**, описуються нелінійними диференціальними рівняннями, але при малих відхиленнях керованої величини такі рівняння можна замінити лінійними і далі використовувати апарат аналізу лінійних систем;
 - **суттєво нелінійні**, описуються нелінійними диференціальними рівняннями при будь-яких відхиленнях керованої величини.



Класифікація систем автоматичного керування

- **За кількістю керованих величин:**
 - **одновимірні;**
 - **багатовимірні.**
- **За наявністю місцевих зворотних зв'язків:**
 - **одноконтурні**, якщо є тільки один головний зворотний зв'язок з виходу системи на її вхід;
 - **багатоконтурні**, якщо є місцеві зворотні зв'язки.
- **За видом сигналів:**
 - **неперервні** (аналогові), коли в САК протікають неперервні у часі сигнали;
 - **дискретні** (імпульсні, цифрові).



Класифікація систем автоматичного керування

- **За характером процесів, що протікають в системах:**
 - **детерміновані**, якщо процеси – детерміновані, тобто чітко визначені, описуються явними математичними формулами, при повторенні дають один і той же результат; ;
 - **стохастичні**, якщо в системі протікають випадкові процеси.
- **За алгоритмом функціонування (АФ):**
 - **стабілізуючі САК, АФ**: підтримання з заданою точністю сталого значення керованої величини (стабілізація) при довільних вхідних впливах та зовнішніх збуреннях;
 - **програмні, АФ**: змінювання керованої величини за раніше заданою програмою;
 - **слідкуючі, АФ**: змінювання керованої величини за раніше невідомим законом у часі;
 - **перетворюючі, АФ**: перетворення вхідного впливу в керовану величину у відповідності з заданим законом.



Класифікація систем автоматичного керування

- **За характером параметрів елементів САК:**

- **САК зі сталими параметрами** (описуються диференціальними рівняннями зі сталими коефіцієнтами);
- **САК зі змінними параметрами** (описуються диференціальними рівняннями зі змінними коефіцієнтами);
- **САК з розподіленими параметрами** (описуються диференціальними рівняннями в частинних похідних);
- **САК із запізненням.**

- **За точністю в усталених режимах:**

- **статичні**, якщо похибка САК прямує до сталого значення при сталих значеннях вхідного заданого впливу $x(t)$ і зовнішнього збурення $L(t)$;
- **астатичні**, якщо похибка САК дорівнює нулю при сталих значеннях вхідного заданого впливу $x(t)$ і зовнішнього збурення $L(t)$.



Класифікація систем автоматичного керування

- **За можливістю автоматичного налаштування параметрів :**
 - адаптивні;
 - не адаптивні;
- **За можливістю забезпечення екстремального показника якості:**
 - оптимальні;
 - не оптимальні.