

# ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

*кредитний модуль 1*

---

**Теорія лінійних систем  
автоматичного керування**

## Лекція №2

# Фундаментальні принципи автоматичного керування. Класифікація автоматичних систем.

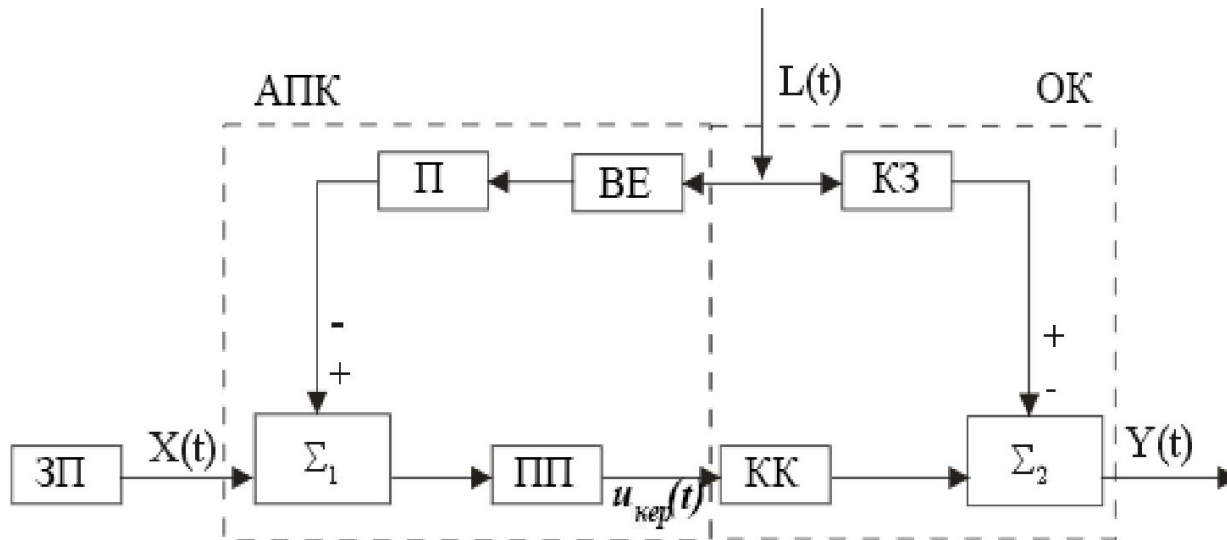
---

- 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

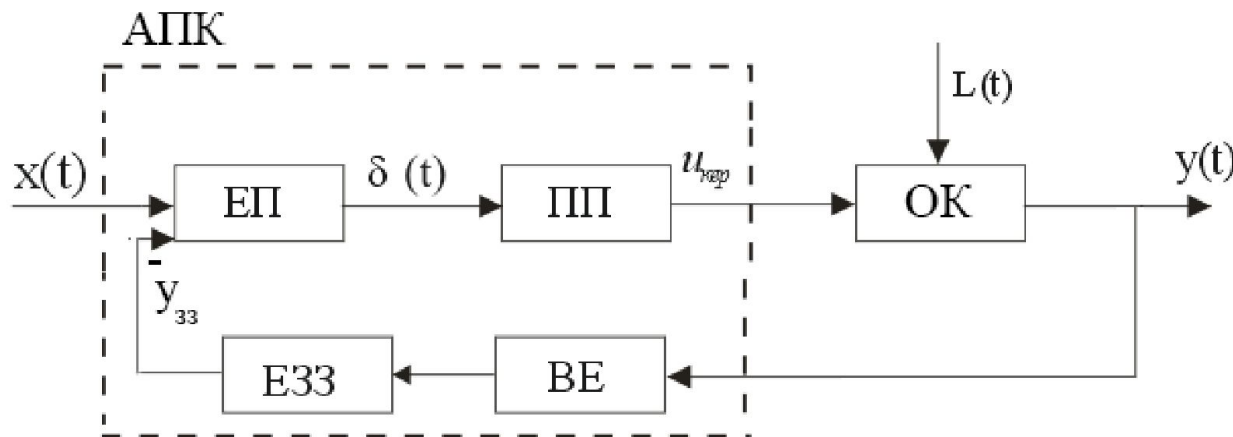
Нехай на ОК діє зовнішнє збурення  $L(t)$  і нехай змінюється потрібне значення керованої величини, причому вхідний вплив дорівнює потрібному значенню:

$$x(t) = y_{\text{нотр}}(t)$$

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

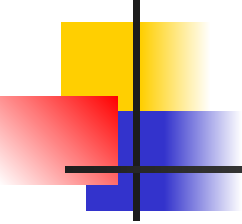
$$\delta(t) = y_{\text{ііо}}(t) - y(t)$$

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  $\delta(t)=0$ .
- В замкнутих системах виникає проблема стійкості.

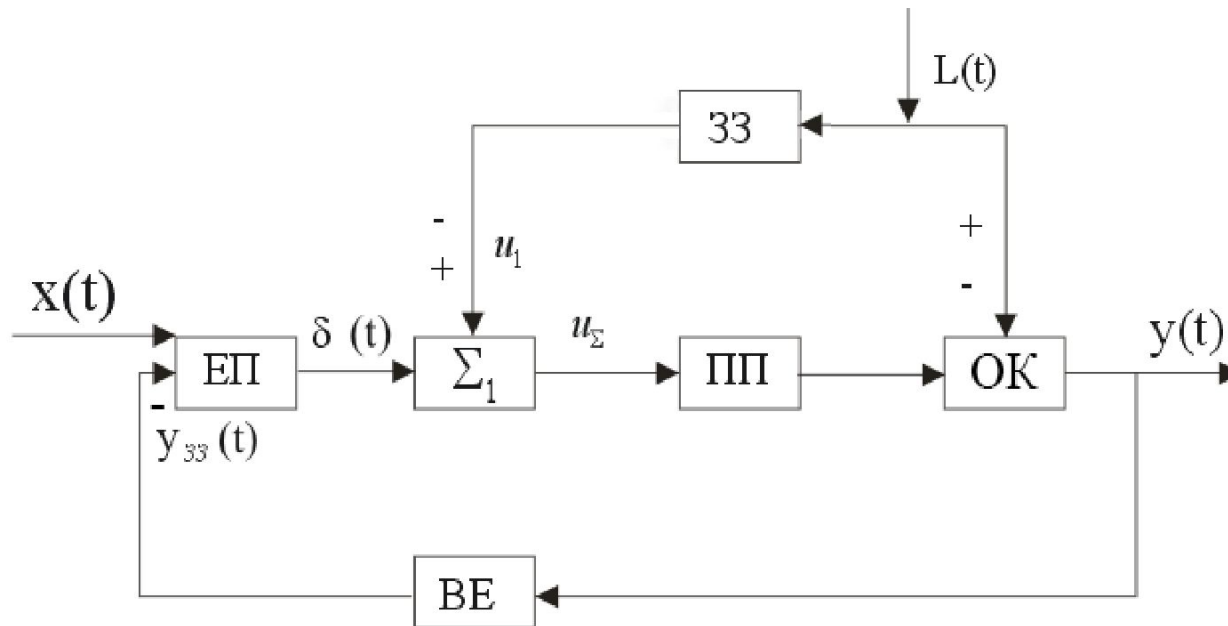


# Принцип комбінованого керування

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)

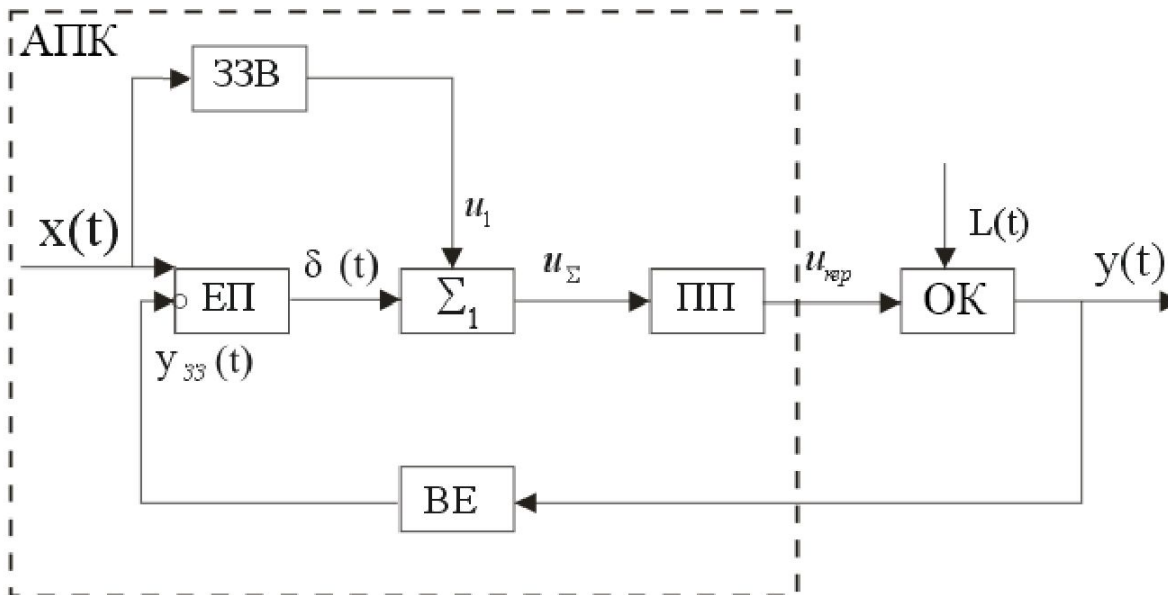
- ПОЄДНАННЯ ПРИНЦИПІВ КЕРУВАННЯ ЗА ЗБУРЕННЯМ І ЗА ВІДХИЛЕННЯМ



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.