

Лекція №1

**Якість управління.
Показники якості процесу
управління в
динамічному та сталому
режимі**

План лекції

1. Якість процесу управління.
2. Показники якості в сталому режимі.
3. Якість процесу управління в перехідному режимі
4. Поняття закону регулювання

Питання 1.
Якість процесу управління.

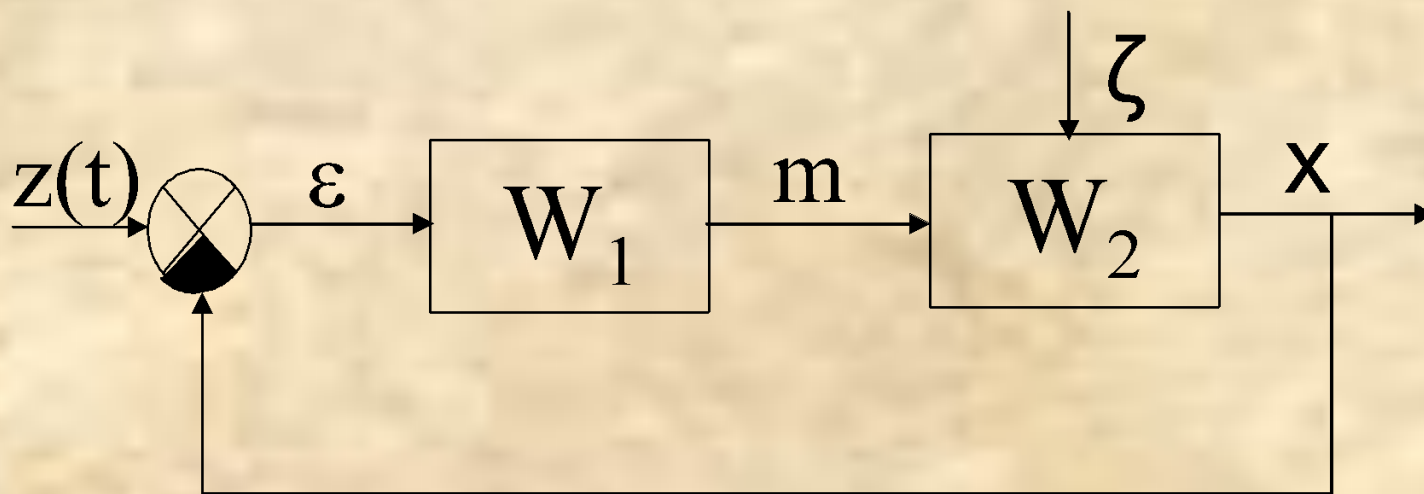
Стійкість необхідна, але не достатня
умова придатності САУ.

Якість процесу управління (умова придатності САУ) – комплекс вимог, визначаючих поведінку системи в **сталому** та *перехідному* режимах:

- точність;
- швидкодія;
- характер виконання цільової функції.

Якість процесу управління залежить не тільки від властивостей системи, але й від характеру зовнішніх впливів та місця їх входу в систему.

Розглянемо слідкуючу систему



W_1 – управляюча частина (регулятор);

W_2 – об'єкт управління.

Точність виконання цільової функції
визначається **помилкою управління:**

$$e(t) = x_{\text{д\`а\`л\`я\`н\`я}}(t) - x_{\text{д\`о\`с\`я\`г\`н\`я}}(t)$$

Різниця між реакціями *ідеальної* та
реальної систем на один і той же
сигнал.

Передаточна функція помилки –
відношення зображень по Лапласу помилки
к зображенню по Лапласу відповідного
вхідного впливу.

Передаточна функція помилки що виникає *під впливом вхідного сигналу $z(t)$*

$$W_{z/\varepsilon}(p) = \frac{1}{1+W(p)}$$

Передаточна функція помилки що виникає *під впливом сигналу перешкоди $\zeta(t)$*

$$W_{\zeta/\varepsilon}(p) = -\frac{W_2(p)}{1+W(p)}$$

Сумарна помилка $\varepsilon(t)$ в зображеннях:

$$\varepsilon(p) = W_{z/\varepsilon}(p) \cdot Z(p) + W_{\zeta/\varepsilon}(p) \cdot \zeta(p)$$

Показники якості управління

в статичному режимі

1. стала помилка
2. помилка по швидкості
3. помилка по прискоренню

в динамічному режимі

прямі

1. характер ПП
2. тривалість ПП
3. перерегулювання
4. час досягнення першого максимуму

непрямі

1. показник коливальності
2. полоса пропускання
3. резонансна частота

Питання 2.
Показники якості в сталому
режимі

- **стала помилка** обумовлена дією на вхід системи управління *ступінчастого сигналу*;
- **помилка по швидкості** обумовлена дією на вхід САУ сигналу, що змінюється за *лінійним законом*;
- **помилка по прискоренню** обумовлена дією на вхід САУ сигналу, що змінюється за *квадратичним законом*

Зображення по Лапласу:

- ступінчатого сигналу $z(t) = z_0 \cdot 1(t)$ $Z(p) = z_0 \cdot \frac{1}{p}$

- лінійного сигналу $z(t) = z_0 \cdot t$ $Z(p) = \frac{z_0}{p^2}$

- квадратичного сигналу $z(t) = z_0 \cdot t^2$ $Z(p) = \frac{z_0}{p^3}$

Теорема про кінцеве значення

$$\varepsilon_{\text{кін}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t) = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot \varepsilon(p)$$

- **стала помилка** по вхідному сигналу:

$$\varepsilon_{\text{нн}}^z = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot W_{\varepsilon/z}(p) \cdot \frac{z_0}{p} = \lim_{p \rightarrow 0} W_{\varepsilon/z}(p) \cdot z_0 = \frac{b_0}{a_0} \cdot z_0$$

ПОМИЛКА ПО ШВИДКОСТІ

$$\varepsilon_{\text{СК}}^z = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot W_{\varepsilon}^z(p) \cdot \frac{z_0}{2} = \lim_{p \rightarrow 0} W_{\varepsilon}^z(p) \cdot \frac{z_0}{p} = \infty$$

Система управління, що має сталу помилку називається *статичною*.

Якщо помилка дорівнює нулю то система називається *астатичною*

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\dot{y}}^z(\infty) &= \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 \cdot p}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0} \cdot \frac{z_0}{p} = \\ &= \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot z_0 \cdot \frac{b_1}{a_0} = 0\end{aligned}$$

Порядок астатизму визначається порядком сигналу зовнішнього впливу, який САУ може компенсувати без помилки

Питання 3.
Якість процесу управління в
перехідному режимі

Прямі показники:

за *характером* затухання *перехідний процес* буває:

- МОНОТОННИЙ;
- аперіодичний;
- КОЛИВАЛЬНИЙ.

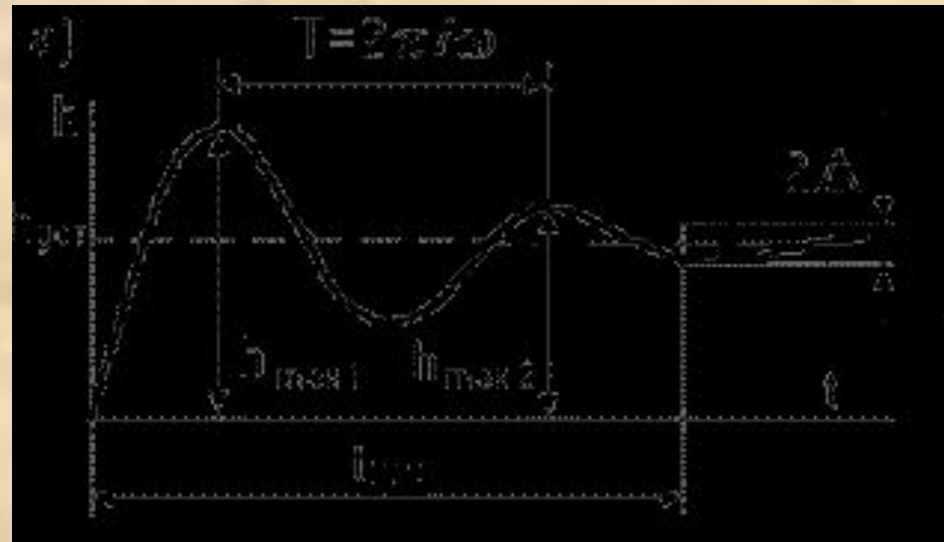
Прямі показники:

тривалість перехідного процесу t_{np}

інтервал часу від моменту подачі на вхід системи $\mathbf{1(t)}$ до моменту часу, після якого виконується нерівність:

$$|h(t) - h_{CT}| \leq \Delta$$

$$\Delta = 5\% h_{CT}$$



Алгоритм визначення тривалості перехідного процесу

- за графіком ОПФ знайти стале значення вихідного сигналу h_{CT} ;
- обчислити Δ ;
- на графіку ОПФ в масштабі провести горизонтальні прямі, що відповідають $h_{CT} + \Delta$ та $h_{CT} - \Delta$;
- знайти точку на графіку ОПФ, після якої значення $h(t)$ не виходить за межі горизонтальних прямих $h_{CT} + \Delta$ та $h_{CT} - \Delta$;
- з цієї точки опустити на вісь часу перпендикуляр;
- записати значення t_{nn}

Прямі показники:

перерегулювання (заброс):

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{CT}}{h_{CT}} \cdot 100\%$$

$$10\% \leq \sigma \leq 30\%$$

Непрямі показники визначаються по АЧХ замкнутої системи:

показник коливальності:

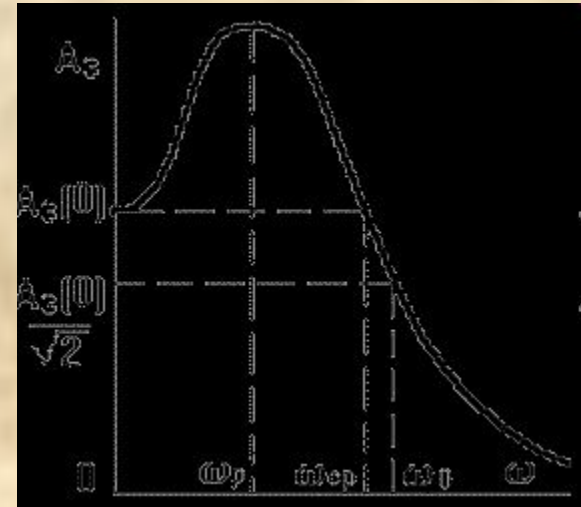
$$1.1 \leq M \leq 1.5$$

$$M = \frac{A_{\max}}{A(0)}$$

полоса пропускання ω_0

$$A(\omega_0) \leq A(0) / \sqrt{2}$$

резонансна частота ω_p

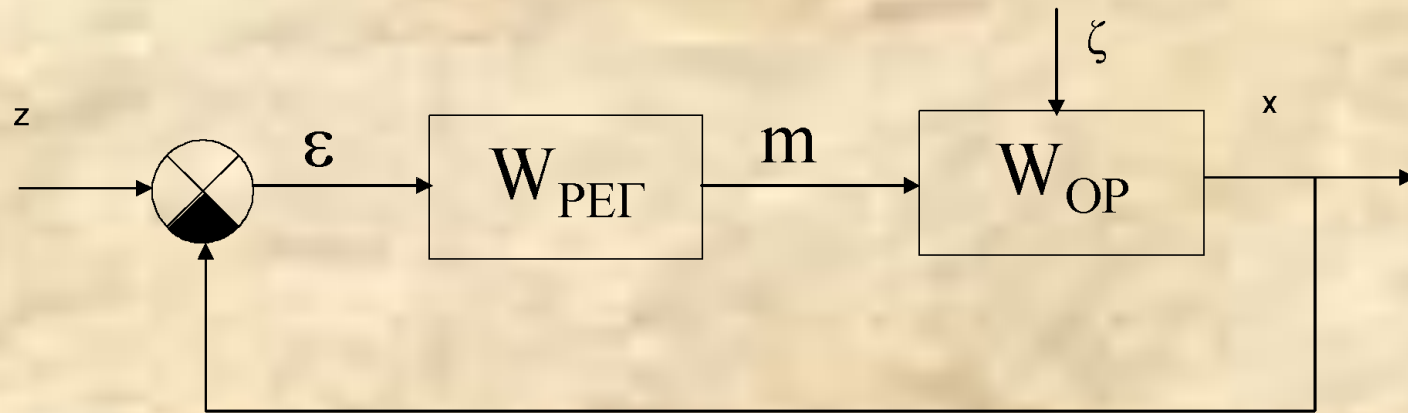


В ТАУ можно выделить две характерные задачи:

- 1) в заданной САУ найти и оценить переходные процессы - это задача анализа САУ;
- 2) по заданным переходным процессам и основным показателям разработать САУ - это задача синтеза САУ

Питання 4.
Поняття закону регулювання

Закон регулювання – це конкретне правило формування управляючого сигналу, яке дозволяє визначити його поточне значення для заданих умов.



Закон регулювання встановлює математичний зв'язок регулюючого фактору m з сигналом ε в процесі регулювання

Закони регулювання

П-закон (пропорційний закон регулювання)

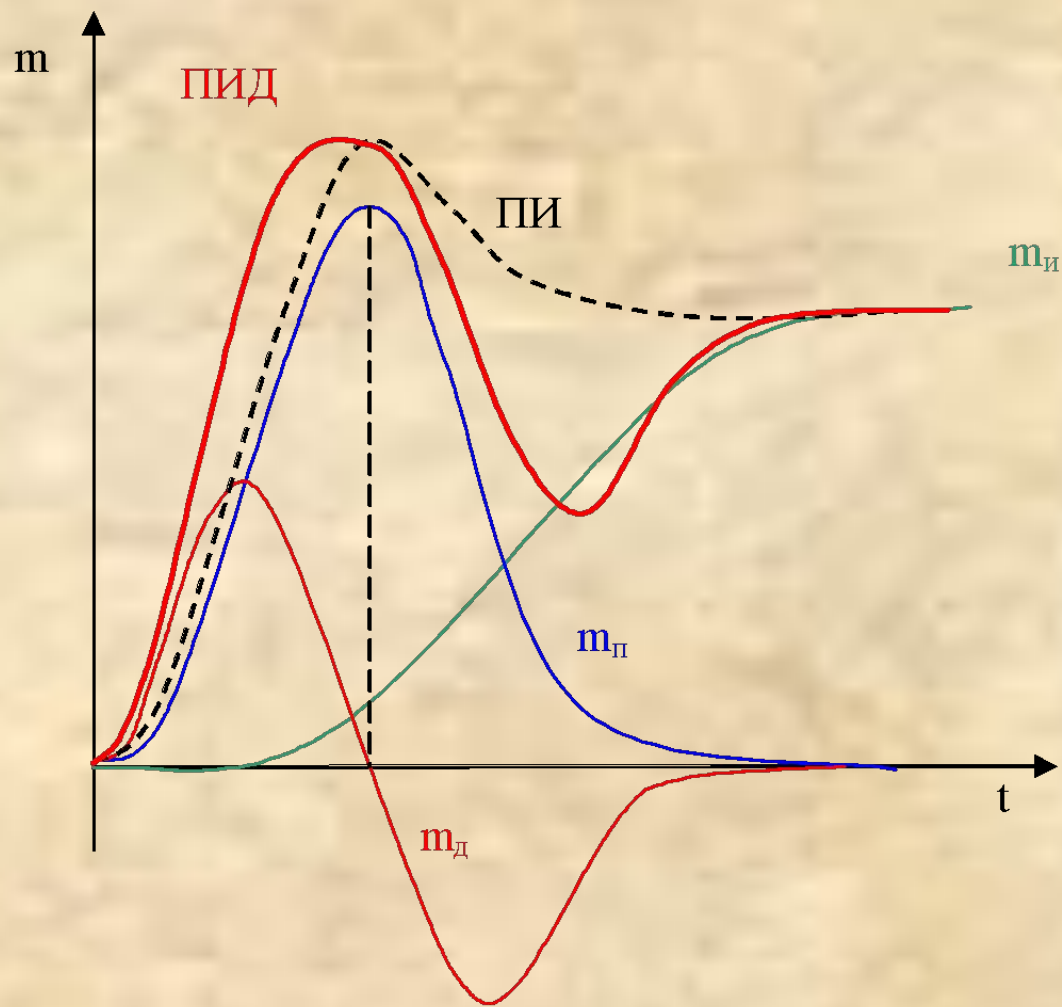
$$m = K_D \cdot \varepsilon$$

И-закон (інтегруючий закон регулювання)

$$m = \int_0^t \frac{1}{T_c} \cdot \varepsilon dt$$

ПИД-закон (ускладнений закон регулювання)

$$m = K_D \cdot \varepsilon + K_C \cdot \int_0^t \varepsilon dt + K_A \cdot \varepsilon$$



Завдання на самопідготовку:

Абрамов Ю.А. “Основы пожарной автоматики” стор. 159-174