

**Лекція №3**

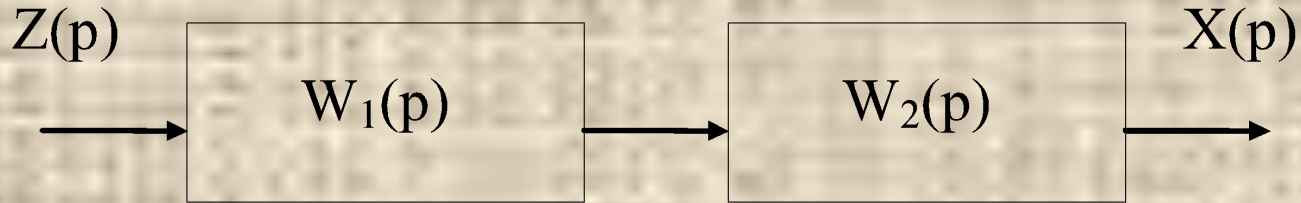
**Часові та частотні  
характеристики**

**систем автоматички та  
методи їх визначення .**

В системах автоматичного управління застосовуються наступні з'єднання елементів:

- послідовне;
- узгоджено-паралельне;
- зустрічно-паралельне.

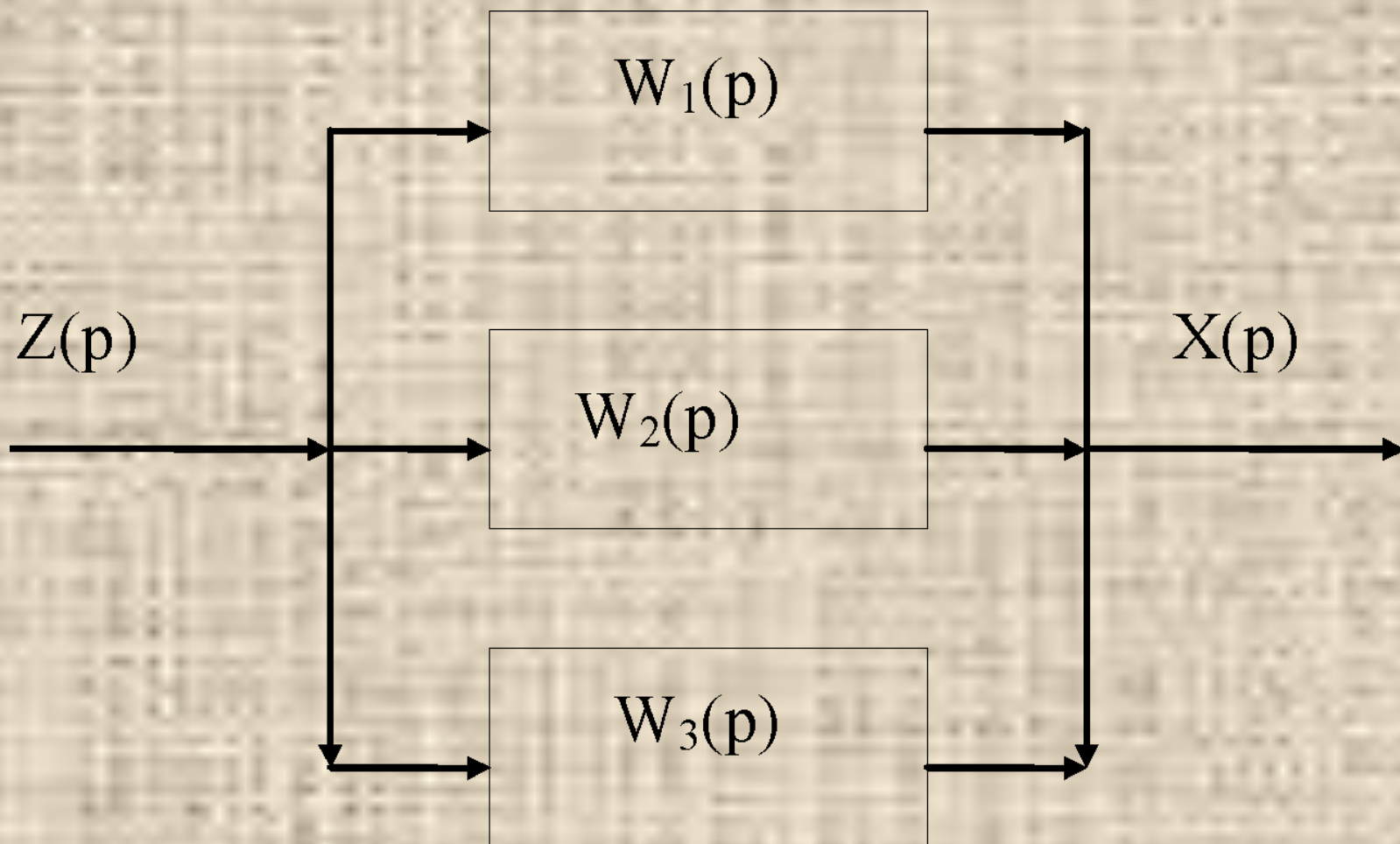
# Структурно-динамічна схема послідовного з'єднання



**Передаточна функція послідовного поєднання ланок дорівнює добутку передаточних функцій ланок, які входять в це з'єднання:**

$$W(p) = \frac{X(p)}{Z(p)} = \prod_{i=1}^n W_i(p)$$

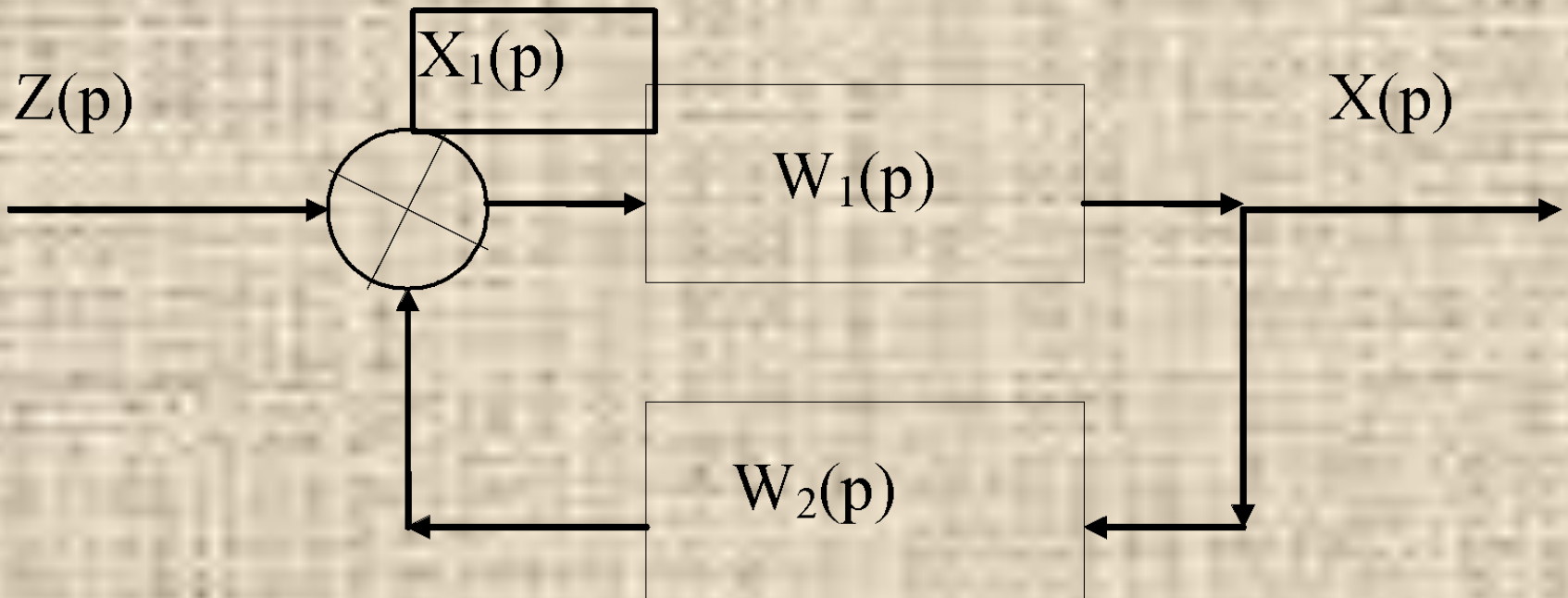
# Структурно-динамічна схема узгоджено-паралельного з'єднання



**Передаточна функція узгоджено-паралельного з'єднання ланок дорівнює алгебраїчній сумі передаточних функцій ланок, які входять в це з'єднання:**

$$W(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p)$$

# Структурно-динамічна схема зустрічно-паралельного з'єднання



Передаточна функція зустрічно-паралельного з'єднання ланок є дріб, в чисельнику якого записується вираз для передаточної функції прямого ланцюга, а в знаменнику записується алгебраїчна сума одиниці та добутку передаточних функцій розімкнутого ланцюга.

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)W_2(p)}$$

Питання 1.

**Часові характеристики**



# Типові вхідні сигнали:

1. Одиничний ступінчастий сигнал:

$$z(t) = 1(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } t > 0; \\ 0, & \text{при } t \leq 0. \end{cases}$$

2. Сигнал дельта-функція (ідеальний імпульс):

$$z(t) = \delta(t) = \begin{cases} \infty, & \text{при } t = 0; \\ 0, & \text{при } t \neq 0. \end{cases}$$

3. Гармонічний сигнал:  $z(t) = Z_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$

4. Сигнал ступенева функція:  $z(t) = \frac{k}{N} \cdot t^N$

**Одинична перехідна функція** – реакція  
об'єкта на одиничний ступінчастий сигнал  
при нульових початкових умовах

Вхідний сигнал:  $z(t) = 1(t)$

Вихідний сигнал:

$$x(t) = h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(p)}{p} \right\}$$

**Імпульсна перехідна функція** – реакція об'єкта на вхідний сигнал у вигляді дельта-функції при нульових початкових умовах

Вхідний сигнал:  $z(t) = \delta(t)$

Вихідний сигнал:  $x(t) = \omega(t) = L^{-1}\{W(p)\}$

Зв'язок між ОПФ та ІПФ:  $\omega(t) = \frac{d h(t)}{d t}$

Інтеграл Дюамеля:

$$x(t) = \int_0^t \omega(\tau) \cdot z(t - \tau) d\tau$$

## Питання 2.

Методи визначення частотних характеристики систем автоматки.

**Частотні характеристики** визначаються на підставі аналізу амплітуди та фази сталих коливань на виході об'єкту при подачі на його вхід гармонічного сигналу.

Вхідний сигнал: 
$$z(t) = Z_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Вихідний сигнал:

$$\begin{aligned} x(t) &= Z_m \cdot A(\omega) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi(\omega)) = \\ &= X_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi(\omega)) \end{aligned}$$

Залежність відношення амплітуди вихідного гармонічного сигналу до амплітуди вхідного гармонічного сигналу від частоти називають **амплітудно-частотною характеристикою** (АЧХ).  **$A(\omega)$**

**Фазо-частотною характеристикою** (ФЧХ) називають залежність різниці фаз між вихідним та вхідним гармонічними сигналами від частоти.  **$\varphi(\omega)$**

# Методи визначення ЧХ:

- експериментальний;
- аналітичний.

$\omega$ , Гц	$A(\omega)$	$\varphi(\omega)$
$\omega_1$	$\frac{X_{m1}}{Z_m}$	$\varphi_1$
$\omega_2$	$\frac{X_{m2}}{Z_m}$	$\varphi_2$
$\omega_k$	$\frac{X_{mk}}{Z_m}$	$\varphi_k$

Питання 3.

**Аналітичний метод  
отримання ЧХ**



# Амплітудно-фазова характеристика:

$$W(j \cdot \omega) = W(p) \Big|_{p=j \cdot \omega}$$

$$\begin{aligned} W(j \cdot \omega) &= P(\omega) + j \cdot Q(\omega) = \\ &= |W(j \cdot \omega)| \cdot e^{j \cdot \arg W(j \cdot \omega)} \end{aligned}$$

**Комплексна передаточна функція**

# Амплитудно-фазовой характеристикой

(АФХ) називається годограф вектора  $W(j\omega)$ , що відповідає зміні частоти  $\omega$  в діапазоні від  $-\infty$  до  $+\infty$

$$W(j \cdot \omega) = A(\omega) \cdot e^{j \cdot \varphi(\omega)}$$

$$A(\omega) = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)}$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{Q(\omega)}{P(\omega)}$$

## Питання 4.

**Побудова графіку  
амплітудно-фазової  
характеристики.**

# Завдання на самопідготовку:

- Записати *визначення* до **словничка**;
- Абрамов Ю.А. “Основы пожарной автоматики” стор. 30-45.