

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

За темою № 7 – Алгоритмічні схеми лінійних АСУ та алгоритми управління

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання, к.т.н., професор, спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

Рецензенти:

1. Заступник директора з ОЛР, командир авіаційного загону ТОВ «ЕЙР
ТАУРУС» Гетьман Ю.Ю.
2. Кт.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії
авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.

План лекції

1. Алгоритмічна схема управління АСУ
2. Правила перетворення алгоритмічних схем
 - 2.1 Послідовне з'єднання ланок
 - 2.2 Паралельне з'єднання ланок
 - 2.3 Зустрічно – паралельне з'єднання ланок
3. Визначення передаточних функцій по задавальному і збурю вальному впливах

Рекомендована література

Основна:

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

Допоміжна:

2. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. Сорока К.О – Харків, ХНАМГ, 2006. – 187с.

Текст лекції

1. Алгоритмічна схема управління АСУ

Розробку алгоритмічної схеми розглянемо на прикладі АСУ збудженням синхронного генератора, функціональна схема якого зображена на рис. 7.1

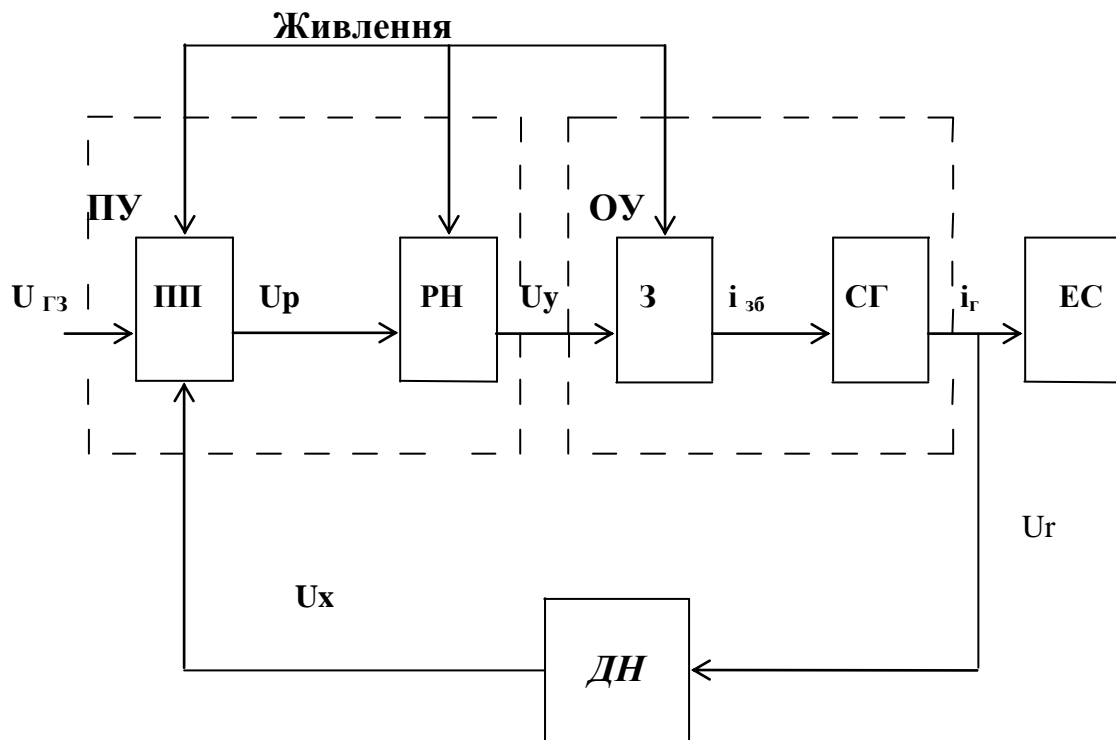


Рис. 7.1 Функціональна схема АСУ збудженням синхронного генератора

Синхронна машина складається з двох частин – нерухомої (статора) і обертової (ротора). На роторі розміщена обмотка збудження, а в обмотці, що розміщена на статорі, збуджується ЕРС.

Призначення АСУ – підтримання постійною напруги на виводах статорної обмотки шляхом зміни струму в обмотці збудження. Керованою величиною $x(t)$ в системі є напруга Ur генератора.

Сигнал Ux (контрольний вплив $Xk(t)$, пропорційний напрузі Ur , створюється датчиком напруги ДН і передається у пристрій порівняння ПП, де він порівнюється із завданням Ur^3 – задавальний вплив $Xз(t)$. В залежності

від знаку та величини сигналу розузгодження U_p регулятор напруги РН формує сигнал управління U_y – керувальний вплив $Y(t)$ на звільнення або зменшення струму збудження $i_{зб}$ на виході збуджувача 3. Цей струм збудження визначає напругу U_r генератора.

Основним збурювальним впливом $Z_0(t)$ є струм навантаження i_r генератора в системі енергоспоживання (ЕС).

Об'єктом управління ОУ в такій системі є синхронний генератор СГ із збуджувачем 3. До пристрою управління відносяться пристрій порівняння ПП і регулятор напруги РН.

Описана вище функціональна схема може бути замінена алгоритмічною схемою АСУ. Оскільки кожний з елементів, що входить до функціональної структури АСУ, має свою передаточну функцію, можна замінити в схемі на рис. 7.1 функціональні елементи на алгоритмічні ланки з відомими передаточними функціями $W_i(P)$ з наведенням найменувань впливів. Алгоритмічна схема АСУ збудженням синхронного генератора показана на рис. 7.2.

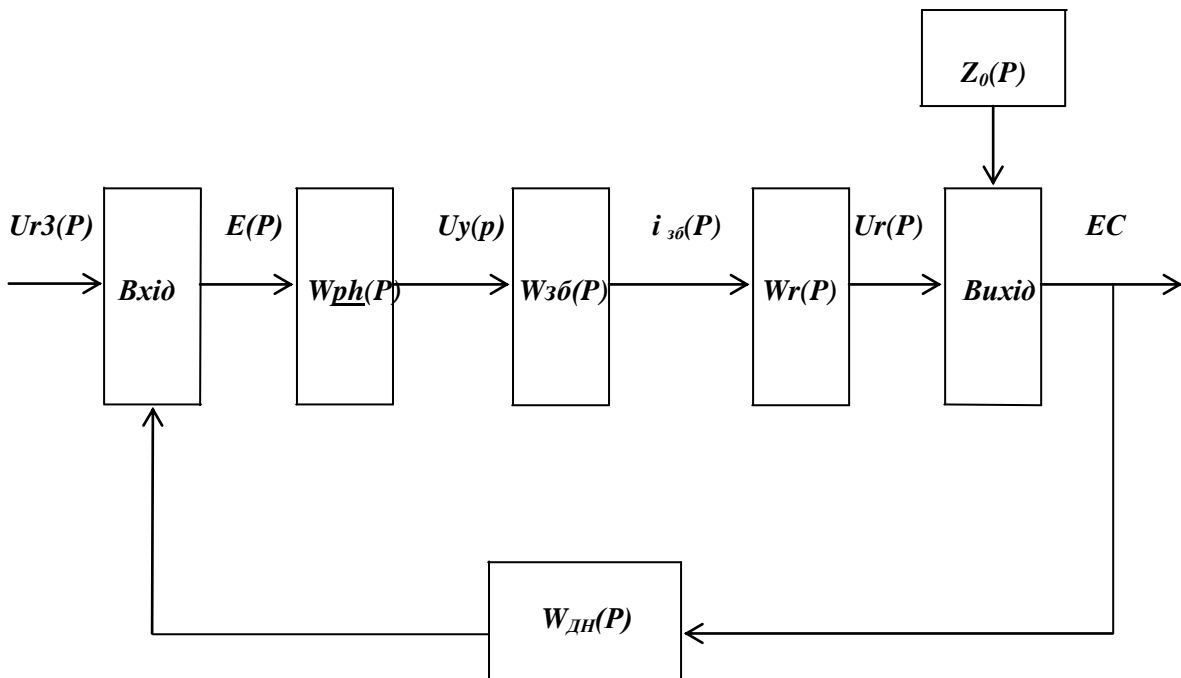


Рис. 7.2 Алгоритмічна схема АСУ збудженням синхронного генератора

2. Правила перетворення алгоритмічних схем

Для спрощення аналізу АСУ застосовують правила перетворення (згортання) складних алгоритмічних схем.

Три головних правила відносять до трьох типових з'єднань ланок:

- послідовного;
- паралельного;
- зустрічно – паралельного (із зворотнім зв'язком).

Далі розглядаються названі типові з'єднання ланок з відомими передаточними функціями.

2.1 Послідовне з'єднання ланок

Алгоритмічна схема наведена на рис 7.3

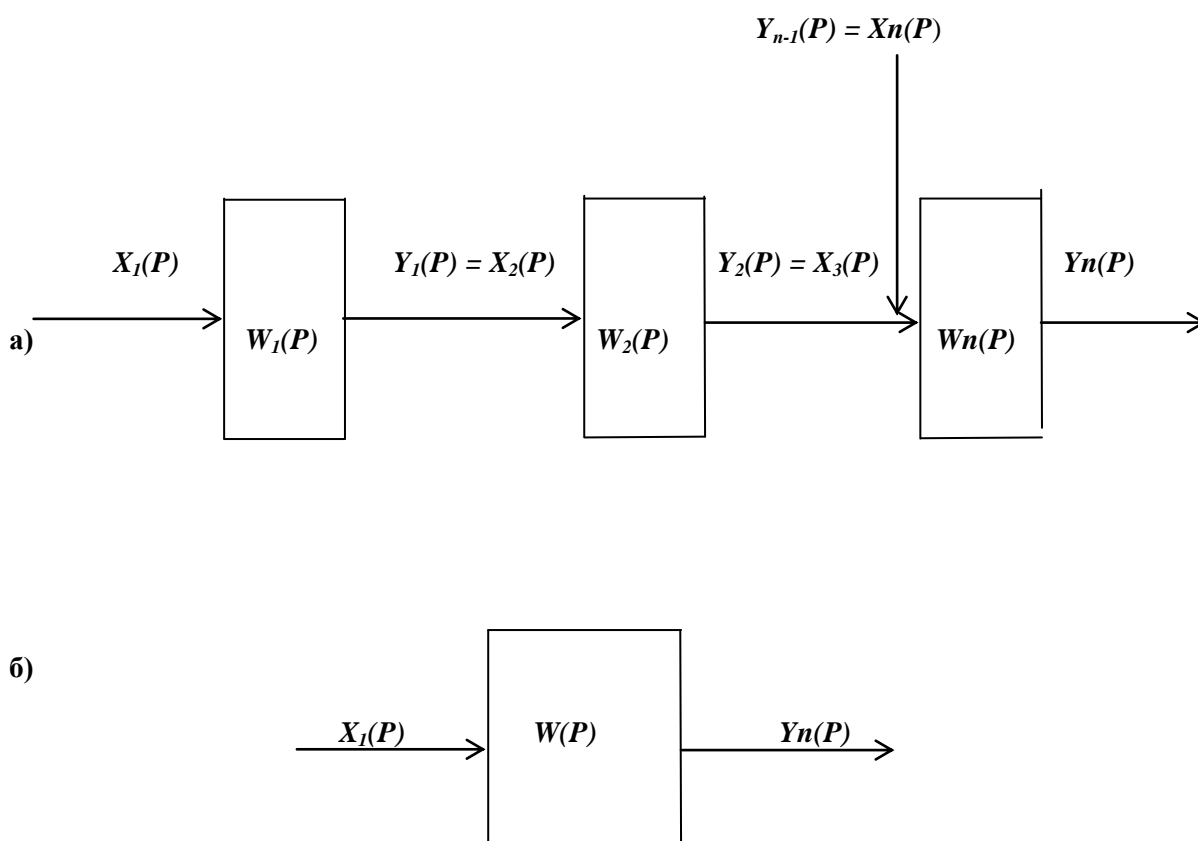


Рис. 7.3. Алгоритмічні схеми послідовного з'єднання ланок (а) і еквівалентної ланки (б)

Знайдемо передаточну функцію $W(P)$ ланки (рис. 7.3 б), еквівалентної послідовному з'єднанню ланок (рис. 7.3 а).

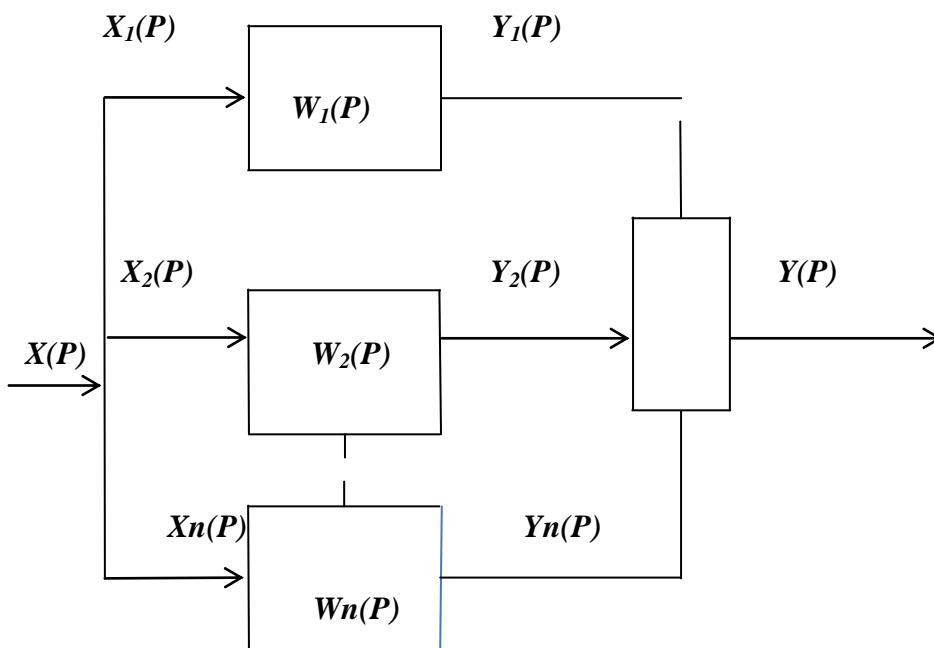
Передаточна функція еквівалентної ланки дорівнює:

$$W(P) = \frac{Y_n(P)}{X_1(P)} = \frac{Y_n(P)}{X_n(P)} \cdot \frac{X_n(P)}{X_{n-1}(P)} \cdots \frac{X_2(P)}{X_1(P)} = \frac{Y_n(P)}{X_n(P)} \cdot \frac{Y_{n-1}(P)}{X_{n-1}(P)} \cdots \frac{Y_1(P)}{X_1(P)} = W_n(P) \cdot W_{n-1}(P) \cdots W_1(P) =$$

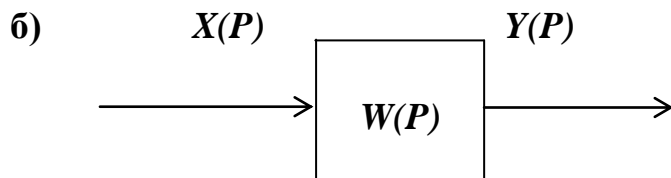
$$= \prod_{i=1}^n W_i(P) \quad (7.1)$$

Таким чином передаточна функція еквівалентної ланки $W(P)$ дорівнює добутку передаточних функцій ланок $W_i(P)$, з'єднаних послідовно.

2.2. Паралельне з'єднання ланок



а)



б)

Рис.7.4 Алгоритмічні схеми паралельного з'єднання ланок (а) і еквівалентної ланки (б)

Передаточна функція $W(P)$ ланки, еквівалентної паралельному з'єднанню ланок, показана на рис. 7.4 і дорівнює

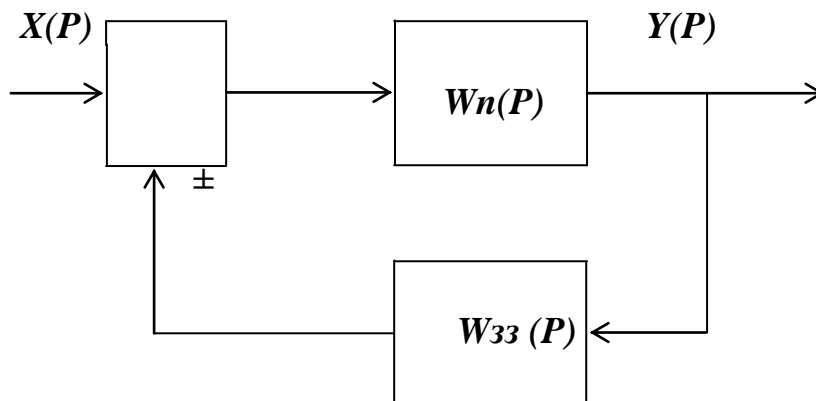
$$W(P) = \frac{Y(P)}{X(P)} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i(P)}{X(P)} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_i(P)}{X(P)} = \sum_{i=1}^n W_i(P) \quad (7.2)$$

Таким чином передаточна функція еквівалентної ланки $W(P)$ дорівнює сумі передаточних функцій $W_i(P)$, з'єднаних паралельно.

2.3. Зустрічно – паралельне з'єднання ланок (із зворотним зв'язком)

Зустрічно – паралельне з'єднання ланок показано на рис. 7.5

а)



б)

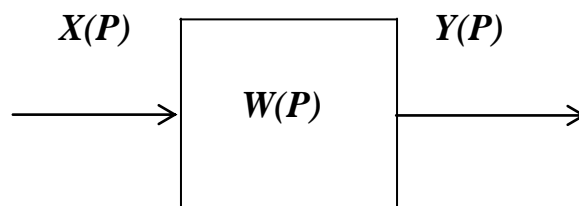


Рис. 7.5. Алгоритмічні схеми зустрічно – паралельного з'єднання ланок (а) і еквівалентної ланки (б)

Передаточна функція з'єднання дорівнює

$$W(P) = \frac{Y(P)}{X(P)} \quad (7.3)$$

$$\text{При цьому } Y(P) = W_{\Pi}(P)[X(P) \pm W_{\Sigma\Sigma}(P) \bullet Y(P)] \quad (7.4)$$

$W_{\Pi}(P)$ і $W_{\Sigma\Sigma}(P)$ – передаточні функції відповідно прямої ланки і ланки зворотного зв'язку – зустрічно – паралельного з'єднання.

Після ділення обох частин рівності (7.4) на $X(P)$ отримуємо

$$\frac{Y(P)}{X(P)} = W_{\Pi}(P)[1 \pm W_{\Sigma\Sigma}(P) \frac{Y(P)}{X(P)}] \quad (7.5)$$

З урахуванням (7.3) і рівності (7.5)

$$W(P) = 1 \pm [1 \pm W_{\Sigma\Sigma}(P) \bullet W(P)] \quad (7.6)$$

Остаточно отримуємо

$$W(P) = \frac{W_{\Pi}(P)}{1 \pm W_{\Pi}(P) \bullet W_{\Sigma\Sigma}(P)} \quad (7.7)$$

3.Визначення передаточних функцій по задавальному і збурювальному впливам

Розглянемо порядок визначення передаточної функції на прикладі типової одно контурної АСУ. Під типовою одно контурною АСУ розуміють систему з одним зворотним зв'язком, або замкненим ланцюгом впливів.

На рис. 7.6 показані функціональна і алгоритмічна узагальнені схеми одно контурної АСУ.

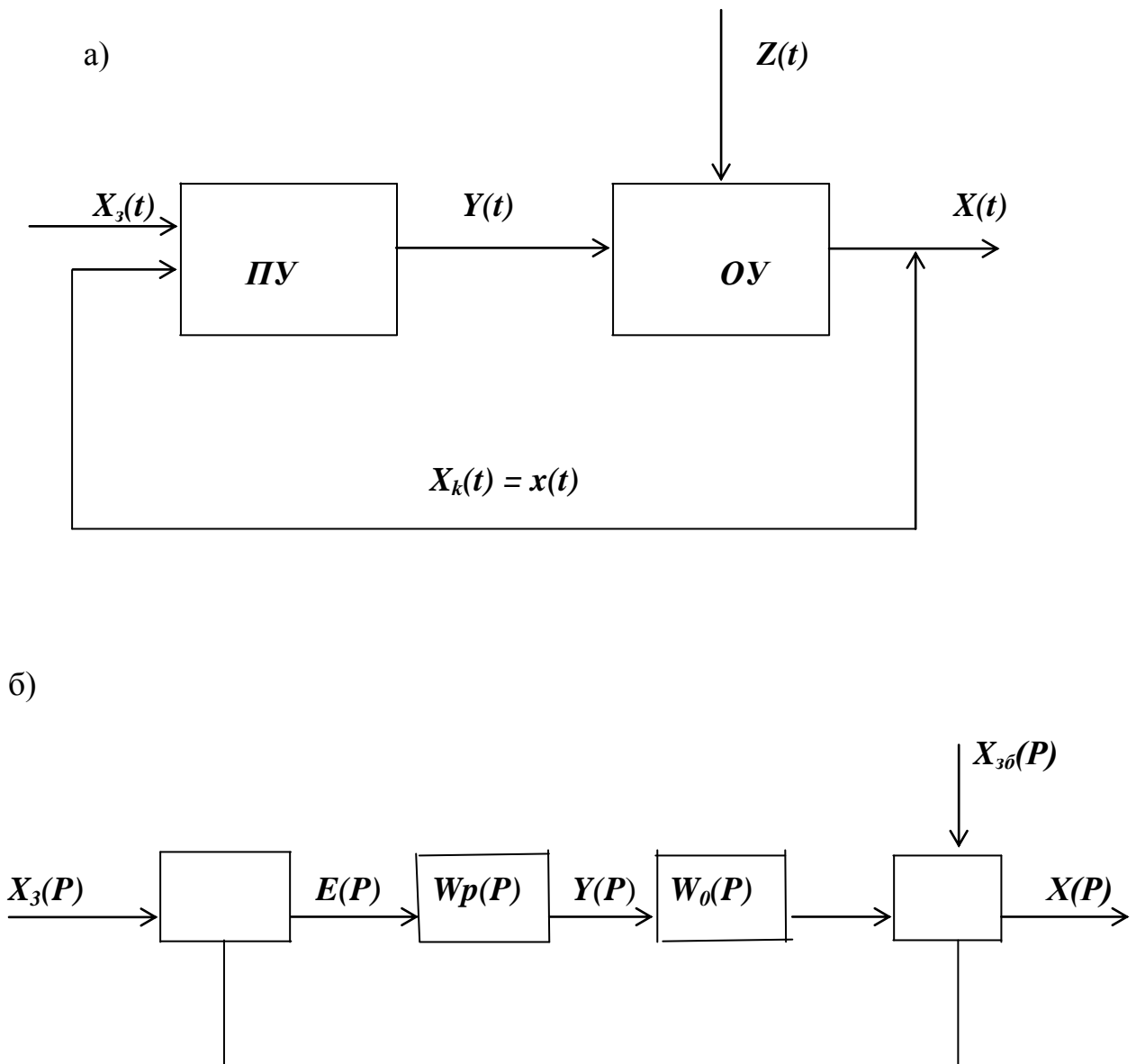


Рис. 7.6 Узагальнені функціональна (а) і алгоритмічна схеми АСУ

Об'єкт управління характеризується однією керованою змінною $X(P)$, яку необхідно стабілізувати на заданому рівні $X_z(P)$. На величину $X(P)$ впливає збурювання (зміна навантаження) $X_{зб}(P)$. Відхилення величини $X(P)$, яке викликане збурювальним впливом, компенсується змінами керувального впливу $Y(P)$, що створюються регулятором.

На вході регулятора з передаточною функцією $W_p(P)$ діє сигнал розузгодження (похибка) $E(P)$. Цей сигнал формується в результаті порівняння задавального впливу $X_z(t)$ і керованої величини $X(P)$.

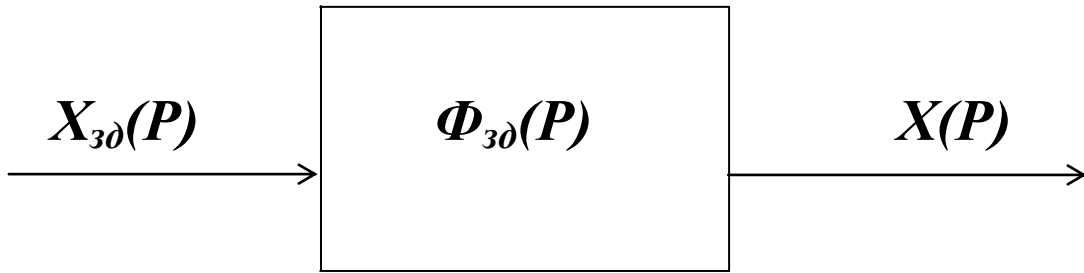
Передаточні функції визначають окремо:

- по задавальному впливу;
- по збурювальному впливу.

Умовна передаточна функція АСУ по задавальному впливу – це функція перетвореної розімкненої АСУ з однією ланкою при збурювальному впливі це величина $\Phi_{зб}$

$$X_{зб}(P)=0 \quad (\text{рис.7.7a})$$

а)



б)

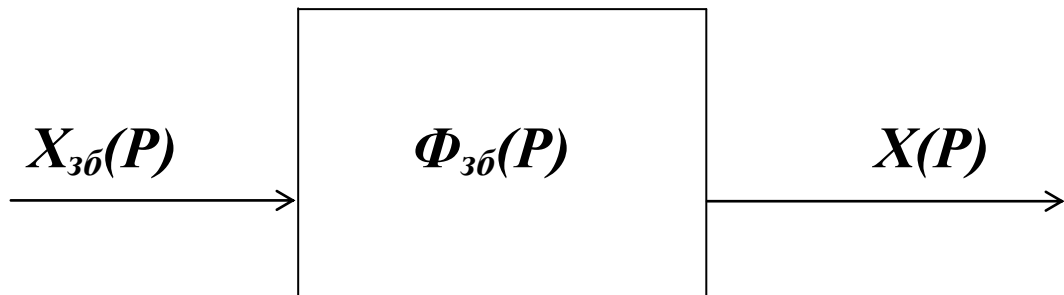


Рис.7.7 Передаточна функція АСУ по :

а) – задавальному впливу $X_{3\delta}(P)$ б) – збурю вальному впливу $X_{3\delta}(P)$

$$\Phi_{3\delta}(P) = \frac{X(P)}{X_{3\delta}(P)}$$

$$X(P) = \Phi_{3\delta}(P) \cdot X_{3\delta}(P)$$

(7.8)

Умовна передаточна функція АСУ по збурювальному впливу – це функція перетвореної розімкненої АСУ з однією ланкою при задавальному впливі $X_{30}(P) = 0$, це величина $\Phi_{30}(P) = \frac{X(P)}{X_{30}(P)}$; $X(P) = \Phi_{30}(P) \cdot X_{30}(P)$ (7.9)

Загальна зміна вихідної величини $X(P)$, що виникає при спільній дії вхідних величин $X_{30}(P)$ і $X_{36}(P)$ дорівнює сумі змін, що створюються кожним впливом окремо:

$$X(P) = X_{30}(P) \cdot \Phi_{30}(P) + X_{36}(P) \cdot \Phi_{36}(P) \quad (7.10)$$

Рівняння (7.10) носить назву «**рівняння динаміки в АСУ**»

Висновки по темі № 7

1. Для аналізу АСУ використовують узагальнені функціональну і алгоритмічну схеми.
2. Правила перетворення складних алгоритмічних схем відносяться до трьох типових з'єднань ланок: послідовного; паралельного; зустрічно-паралельного (із зворотним зв'язком).
3. Передаточні функції визначаються **окремо по задавальному і збурювальному** впливах.
4. Загальна зміна вихідної величини – результат спільної дії задавального і збурювального впливів.