

**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 №12 – Синтез лінійних АСУ і застосування коригувальних
пристроїв та перетворювальних елементів**

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. Основні поняття і задачі синтезу АСУ. Теоретичний і технічний синтез.
2. Синтез алгоритмічної структури АСУ.
3. Застосування коригувальних пристроїв.
4. Призначення перетворювальних елементів.

Рекомендована література

Основна:

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

Допоміжна:

2. Бобух А.О. Автоматизація інженерних систем: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 212с

Інтернет – ресурс:

<http://c.lanbook.com>

Текст лекції

1. Основні поняття і задачі синтезу АСУ. Теоретичний і технічний синтез

Усі математичні задачі в ТАУ – це задачі аналізу і синтезу.

При аналізі відома структура системи, її параметри і постає задача оцінити статичні або динамічні властивості. До задач аналізу відносяться **визначення стійкості** і **оцінка якості управління**.

Задачі синтезу обернені по відношенню до задач аналізу: необхідно визначити структуру і параметри системи по заданих показниках якості управління.

(Наприклад, визначення передаточного коефіцієнта розімкненої АСУ по заданій похибці).

Синтез АСУ – це процедура визначення структури і параметрів системи по заданих показниках якості управління.

Задача повного синтезу включає визначення алгоритмічної і функціональної структур системи.

Визначення алгоритмічної структури відноситься до **теоретичного синтезу** і виконується за допомогою математичних методів.

Визначення функціональної структури відноситься до **технічного синтезу** і полягає у виборі конкретних фізичних елементів, узгодження їх між собою по статичних і енергетичних характеристиках. Ця процедура не має загальноприйнятої математичної основи і відноситься до інженерної сфери.

Задачі синтезу АСУ вирішують у такій послідовності:

- на першому етапі на основі вимог до умов роботи системи, а також по каталогах серійного обладнання обирають функціонально необхідні елементи, а саме: регулювальний орган, виконавчий пристрій, датчики та ін.

Ці елементи АСУ разом з об'єктом управління ОУ утворюють незмінювану частину функціональної структури.

- на другому етапі на основі вимог до статичних і динамічних властивостей АСУ визначають змінювану частину функціональної структури системи, а саме: підсилювачі, перетворювачі, коригувальні пристрої та ін.

Процедури визначення алгоритмічної і функціональної структур тісно пов'язані між собою.

Остаточне рішення про структуру АСУ приймається на основі компромісу між якістю управління і надійність системи.

- завершальним етапом проектування АСУ є параметрична оптимізація — визначення настроювальних параметрів регулятора.
- після вирішення задачі синтезу виконують аналіз синтезованої системи і перевіряють, чи має вона необхідні показники стійкості і якості управління.

2. Синтез алгоритмічної структури АСУ

Синтез при відсутності збурювального впливу

Для вирішення задачі синтезу необхідні дані:

- передаточна функція об'єкта управління $W_0(P)$;
- збурювальний вплив, що діє на виході об'єкта $X_3(P)$.

Результатом вирішення задачі має бути передаточна функція регулятора $W_p(P)$.

У найпростішому випадку, коли збурювальний вплив на об'єкт відсутній, $X(P) = 0$, управління можна здійснювати по розімкненій схемі (рис. 12.1.а).

Передаточна функція регулятора

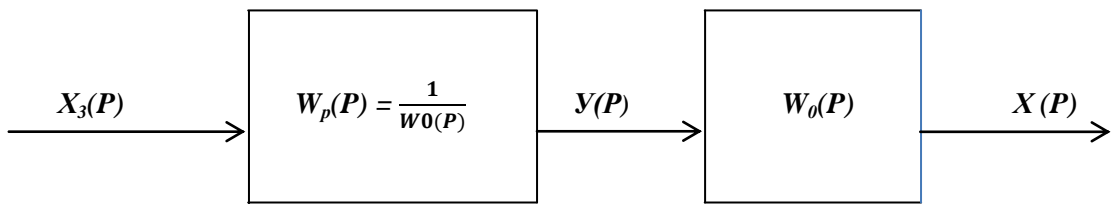
$$W_p(P) = \frac{1}{W_0(P)} \quad (12.1)$$

Це означає миттєве відтворення вихідною величиною задавального впливу

$$X(P) = X_3(P) \quad (12.2)$$

Такий перехідний процес називають *ідеальним*, а алгоритмічну структуру, що його забезпечує – *ідеальною*.

a)



б)

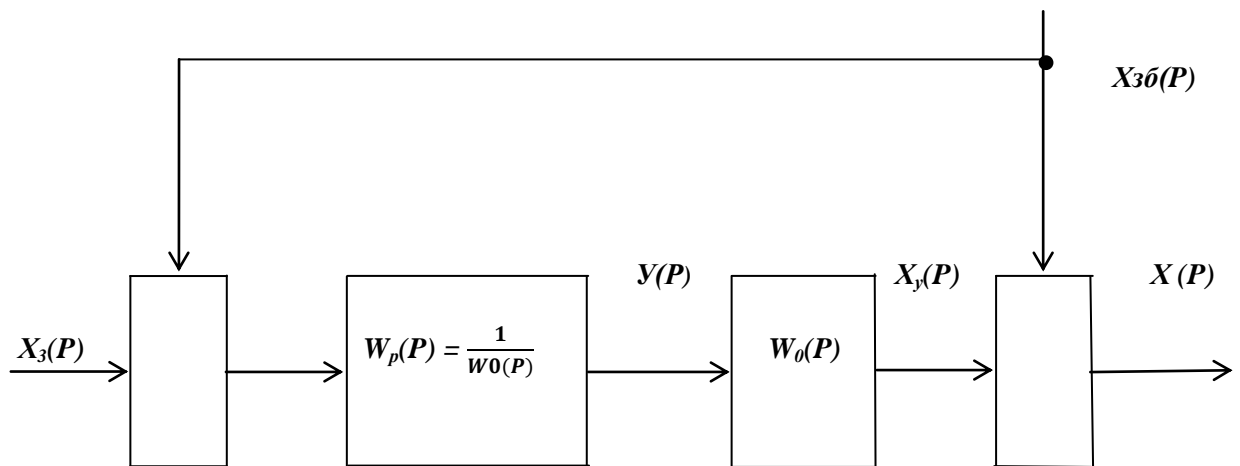


Рис. 12.1 Алгоритмічні схеми ідеальної АСУ:

а) – розімкненої системи;

б) – розімкненої системи з повною компенсацією збурення

Синтез при наявності збурювального впливу

Якщо на об'єкт діє збурення $X_3(P)$, то можна створити ідеальну розімкнену АСУ з повною компенсацією збурення. Для цього на вхід регулятора з передаточною функцією (12.1) необхідно подати сигнал збурення з оберненим знаком (рис. 12.1б).

У цьому випадку

$$X_3(P) = 0$$

У випадку реальної АСУ застосовується зворотний зв'язок по замкненій схемі. Сигнал зворотного зв'язку відповідає похибці

$$\varepsilon(P) = X_3(P) - X(P) \quad (12.3)$$

При формуванні алгоритмічної структури АСУ керуються правилом:

Регулятор повинен містити динамічну ланку з передаточною функцією, що дорівнює або є близькою до оберненої передаточної функції об'єкта управління.

Це правило для реальних АСУ, тому що технічна реалізація ідеального регулятора неможлива.

3. Застосування коригувальних пристроїв

До задач синтезу АСУ, крім вибору структурної схеми, параметрів окремих елементів, відноситься також синтез коригувальних пристроїв. Якщо структура і параметри АСУ повинні забезпечити статичну точність, тобто $x(t) = x_3(t)$, то необхідно ще забезпечити задачі показника якості у перехідному процесі: **динамічні властивості**.

Найбільш дієвим способом забезпечення необхідних динамічних властивостей АСУ є введення в неї додаткового елемента, який виправляє (коректує) відхилення (похибку) системи.

Такий елемент називають **коригувальним пристроєм**.

Коли стійкість і необхідна якість не можуть бути досягнуті простою зміною параметрів системи (коефіцієнтів передачі, постійних часу окремих ланок), тоді ця задача вирішується введенням у систему коригувальних пристроїв.

Визначення:

Коригувальний пристрій (КП) – це функціональний елемент системи автоматичного регулювання по відхиленню, що забезпечує необхідні властивості системи, її стійкість і якісне функціонування.

Ці пристрої мають легко змінювані параметри. Після вибору і розрахунку структурної схеми КП не повинні змінювати досягнуті властивості системи в усталеному режимі, але повинні впливати на перехідні процеси.

За допомогою КП забезпечуються задані показники якості.

Існують різні види коригувальних пристроїв. Вони складаються з різних по природі елементів (електричних, механічних, гідравлічних). Електричні ланки використовують R-, C-, L – елементи, а також підсилювачі.

Вибір КП залежить від вимог до якості системи, від рівня потужності сигналу і від наявності необхідних технічних пристроїв.

Основні параметри системи, які враховуються при виборі КП:

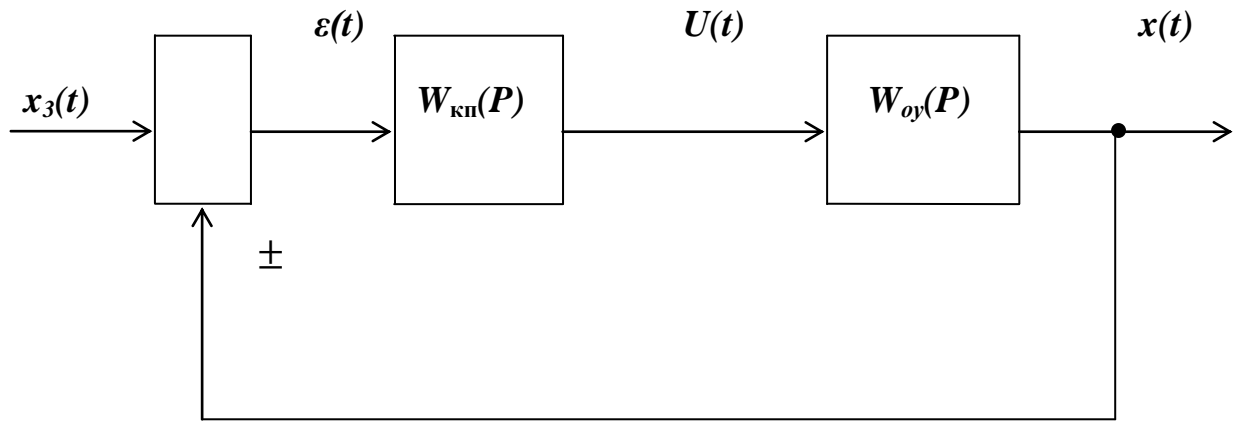
- тривалість перехідного процесу;
- перерегулювання;
- коефіцієнт передачі;
- статична точність.

З урахуванням КП знаходиться передаточна функція, обирається схема корекції і виконується розрахунок параметрів елементів.

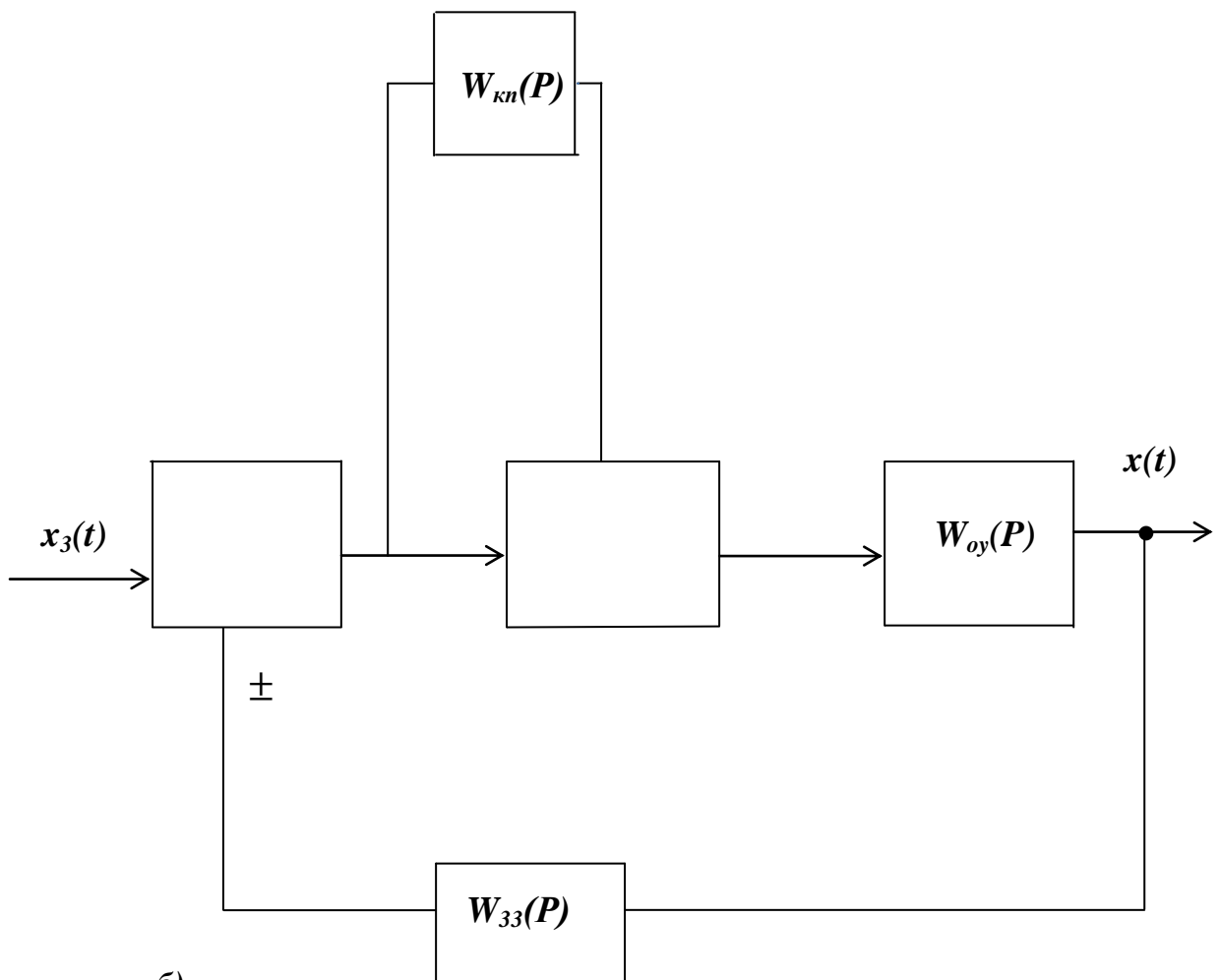
При цьому об'єкт управління і незмінювана частина системи вважаються заданими, а синтезу підлягає змінювана частина системи (регулятор).

Заключним етапом синтезу КП є перевірний розрахунок системи з побудовою графіка перехідного процесу.

В залежності від схеми включення КП поділяються на послідовні і паралельні. (Рис. 12.2)



а



б)

Рис.12.2 Алгоритмічні схеми коригувальних пристроїв а) – послідовне вмикання; б) – паралельне вмикання

Послідовне вмикання КП вмикаються в ланку основного впливу

Паралельне вмикання КП вмикаються в ланку зворотного зв'язку.

В найбільш складних випадках застосовують комбіновану корекцію (послідовно – паралельне вмикання).

Особливу роль при застосування КП відіграє зворотний зв'язок. Він здійснює вплив на не лінійності в системі (тертя, зони нечутливості).

Коригувальні і зворотні зв'язки поділяються на **жорсткі** та **гнучкі**.

Жорсткий зворотний зв'язок діє як у перехідному, так і в усталеному режимах. (приклад – без інерційна ланка).

Гнучкий зворотний зв'язок діє лише у перехідному режимі (приклад – диференційована ланка).

4. Призначення перетворювальних елементів

Коригувальні пристрої складають з елементів, які називаються **перетворювальними**.

Ці елементи перетворюють параметри електричної енергії і регулюють надходження її від джерела до споживача. Вони дозволяють змінювати величину і форму сигналу(понижувати, підвищувати, стабілізувати), а також формувати різні імпульси, виконувати математичні функції, включаючи диференціювання та інтегрування, змінювати частоту сигналів.

Нижче розглядаються приклади окремих перетворювачів та їх призначення.

Перетворювачі напруги

Загальноприйняте визначення перетворювача напруги – пристрій, що змінює вольтаж ланцюга.

Перетворювачі напруги поділяють на такі групи:

- перетворювачі змінної напруги (трансформатори, регулятори);
- постійного струму;
- змінного струму у постійний (випрямлячі, блоки живлення);

- постійного струму у змінний (інвертори).

Перетворювачі напруги завжди забезпечують контроль і зв'язок вхідної і вихідної величин.

Імпульсивні перетворювачі постійного струму

Імпульсивні перетворювачі (ІП) використовують для регулювання постійної напруги споживача при незмінній напрузі мережі живлення. Змінювання напруги на навантаженні забезпечується регулюванням тривалості підключення її до джерела струму. Схема керування ІП містить тиристори.

ІП можуть знижувати або підвищувати напругу.

Інвертори

В залежності від режиму роботи джерела постійного струму розрізняють *інвертори струму* або *напруги*.

Схема інвертора використовує тиристорний міст, який по чергово перемикає постійний струм від джерела до навантаження.

Згладжувальні фільтри

Призначення фільтра – пропустити на вихід постійну складову випрямленої напруги і максимально послабити змінну складову. Дія згладжувальних фільтрів заснована на використанні в колі індуктивного (**L**), ємнісного (**C**) елементів, що здатні з вмиканням до джерела накопичувати енергію (конденсатор – електричну, а дросель – магнітну) та віддавати її у навантаження при зменшенні надходження енергії від джерела. Так забезпечується рівномірність надходження енергії у навантаження.

Висновки по темі 12

1. Задачі **синтезу** АСУ обернені по відношенню до задач **аналізу** (визначення структури по заданих показниках якості управління).
2. **Повний синтез** включає визначення алгоритмічної і функціональної структур системи.
3. При синтезі АСУ визначають **незмінювану** (1-й етап) і **змінювану** (2-й етап) частини функціональної структури.
4. Завершальним етапом синтезу є **параметрична оптимізація** (визначення параметрів і коригувальних пристроїв).