

**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 №4 – Статичні характеристики елементів АСУ

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

СХВАЛЕНО

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

ПОГОДЖЕНО

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

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. Види статичних характеристик
2. Поняття «лінеаризації»
3. Методи лінеаризації

Рекомендована література

Основна:

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
2. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. Сорока К.О. – Харків, ХНАМГ, 2006 – 187 с.

Допоміжна:

2. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного управління» / Укл. Николайчук Я.М., Возна Н.Я – Тернопіль: Гал – друк., 2015. – 59с.

Текст лекції

1. Види статичних характеристик

В статичному режимі (коли вихідна величина не змінюється в часі) передаточні властивості системи (а це зв'язок між входом і виходом елементів АСУ) описують за допомогою статичних характеристик.

Статична характеристика елемента – це залежність вихідної величини Y від вхідної величини X в усталеному режимі (після того, як вихідна величина почне змінюватись по тому ж закону, що і вхідна, тобто після завершення перехідного процесу):

$$Y = f(x) = y(x) \quad (4.1)$$

Приклад статичної характеристики елемента наведений на рис.4.1

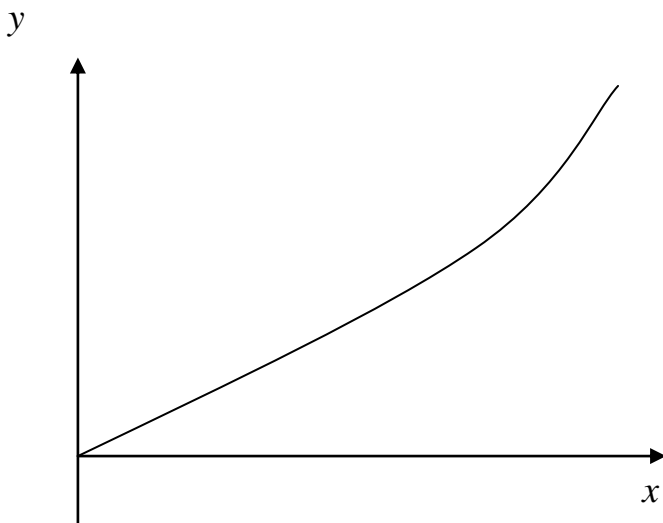
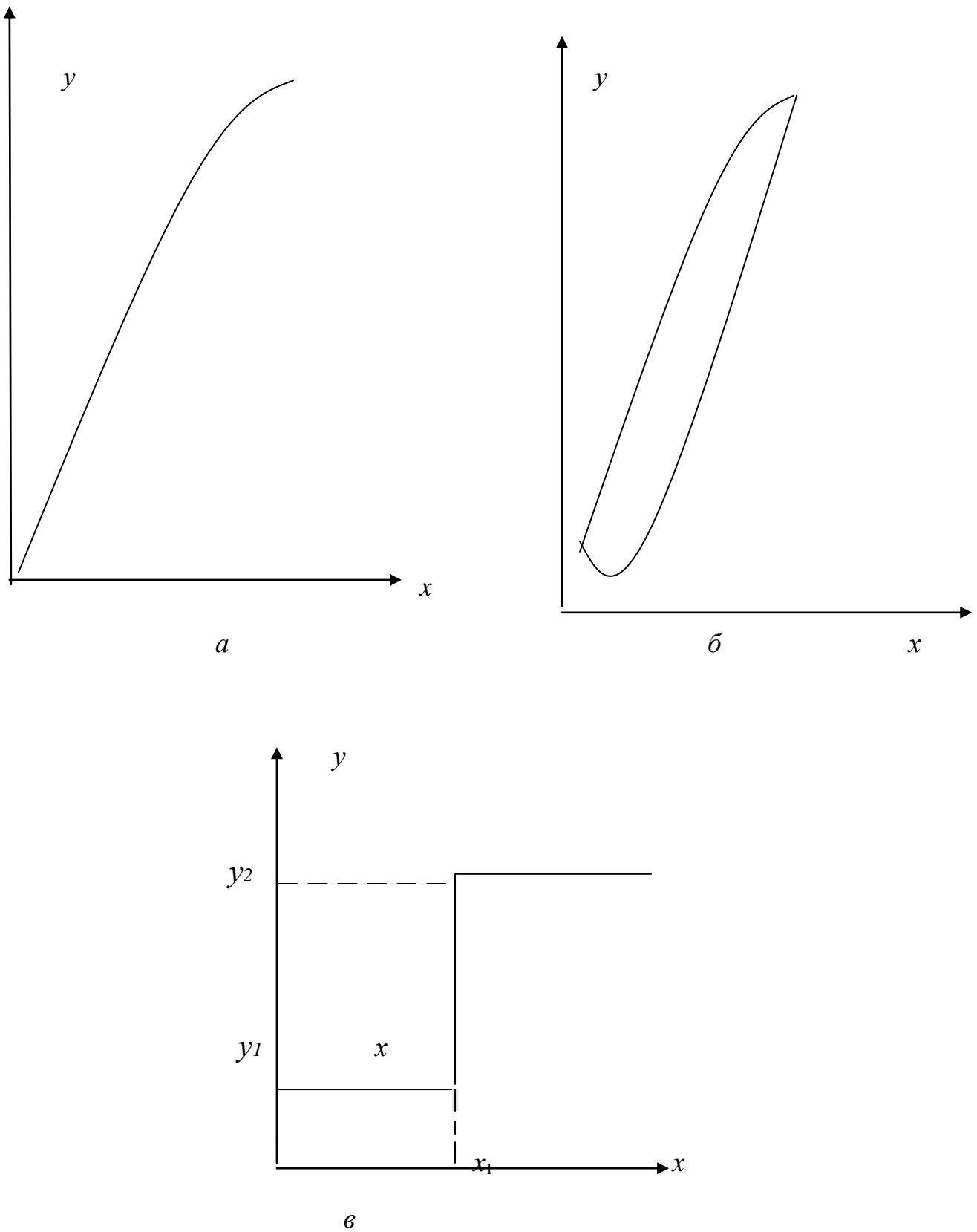


Рис. 4.1 Статична характеристика елемента

Зв'язок між вхідною і вихідною величинами може бути однозначним (статичним) і неоднозначним (астатичним)

Рис. 4.2



Статичні характеристики поділяються на:

- лінійні (рис. 4.3); нелінійні (рис. 4.4)

Лінійний елемент має статичну характеристику у вигляді лінійної функції:

$$y = v + ax \quad (4.2)$$

Нелінійний елемент має нелінійну статичну характеристику, яка визначається степеневими функціями, багаточленами, дробовими, тригонометричними функціями.

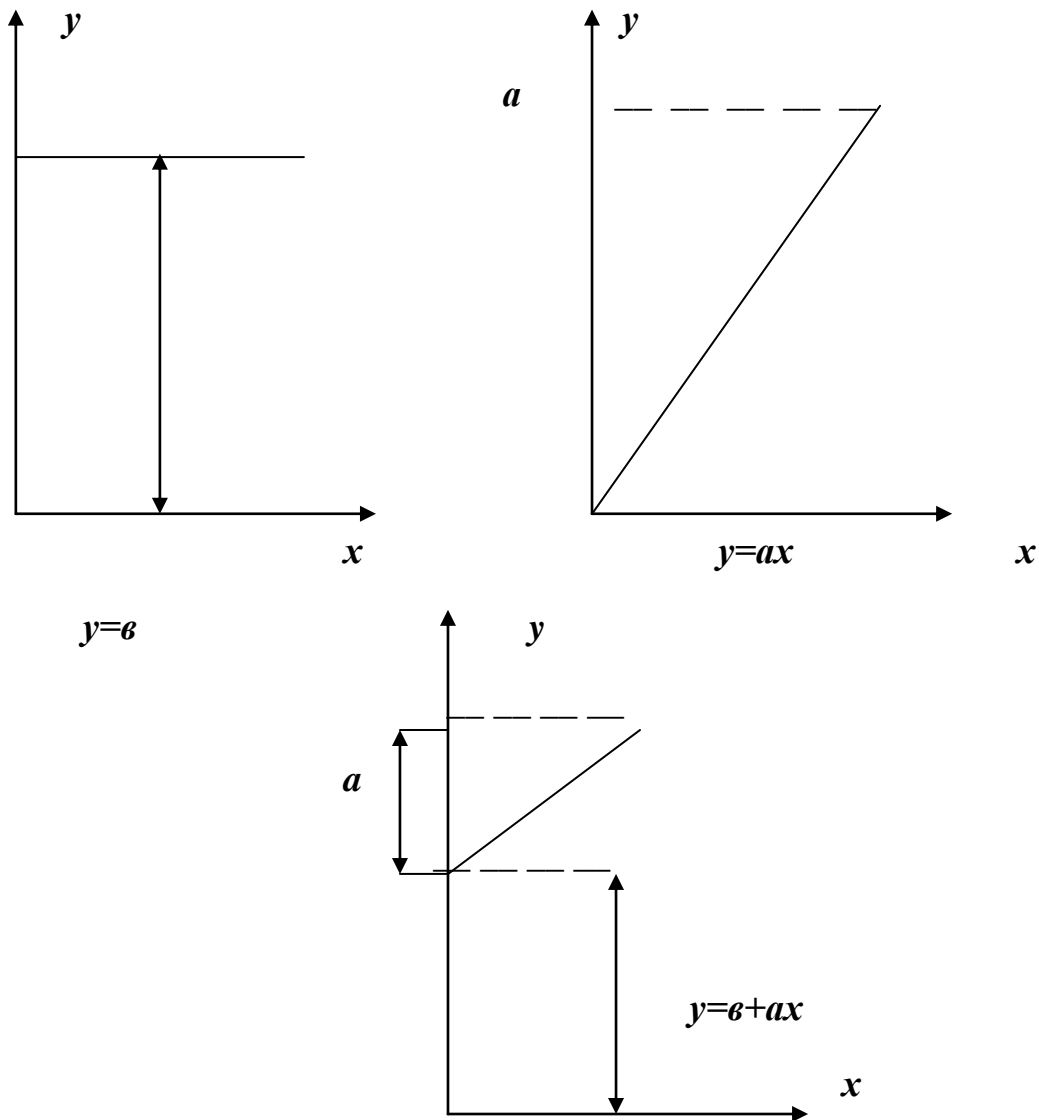


Рис. 4.3 Види лінійних функцій

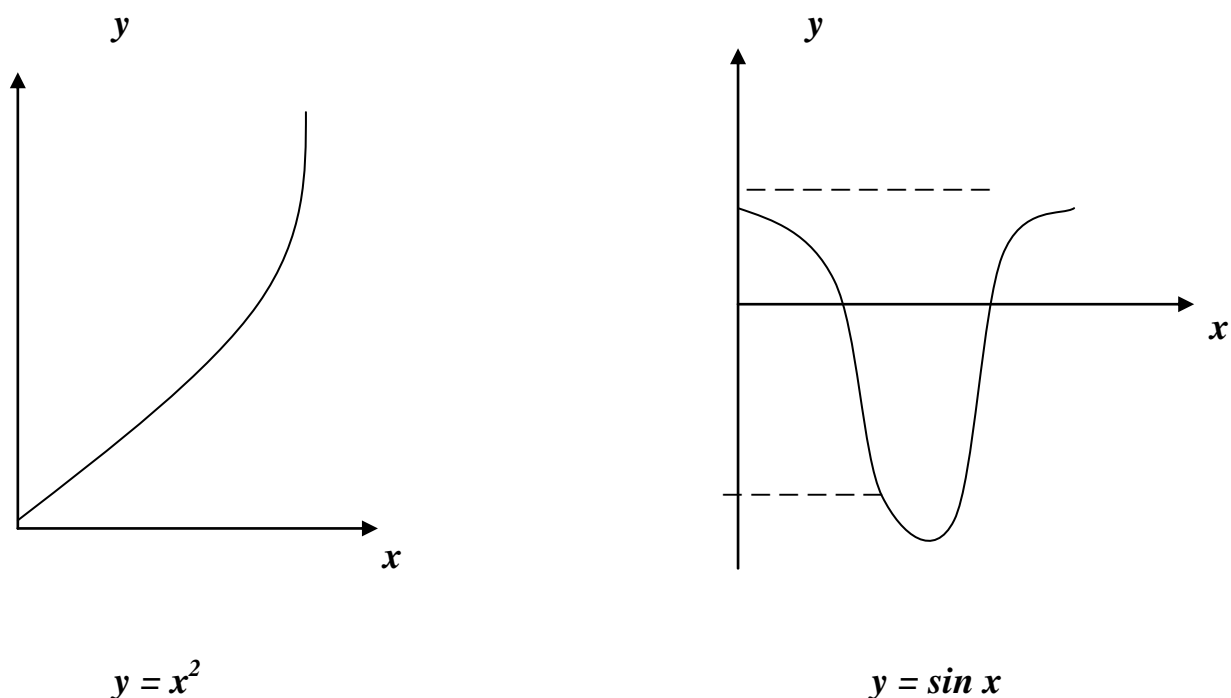


Рис. 4.4 Види нелінійних функцій

Нелінійні елементи поділяються на:

- елементи з суттєво нелінійною статичною характеристикою (рис. 4.2 в);
- елементи з несуттєво нелінійною статичною характеристикою (рис.4.2 а). Така характеристика описується неперервною диференційованою функцією.

Примітка: Диференційована функція має похідну у будь – якій точці, а похідна визначає швидкість зміни функції у цій точці.

2. Поняття лінеаризації Практично наведена вище математична умова означає, що графік диференційованої функції $y = f(x)$ має гладку форму (без різних стрибків і кутів (рис. 4.2а). В обмеженому діапазоні зміни вхідної величини x така характеристика може бути замінена наближено лінійною функцією, тобто апроксимована. Наближена заміна називається лінеаризацією.

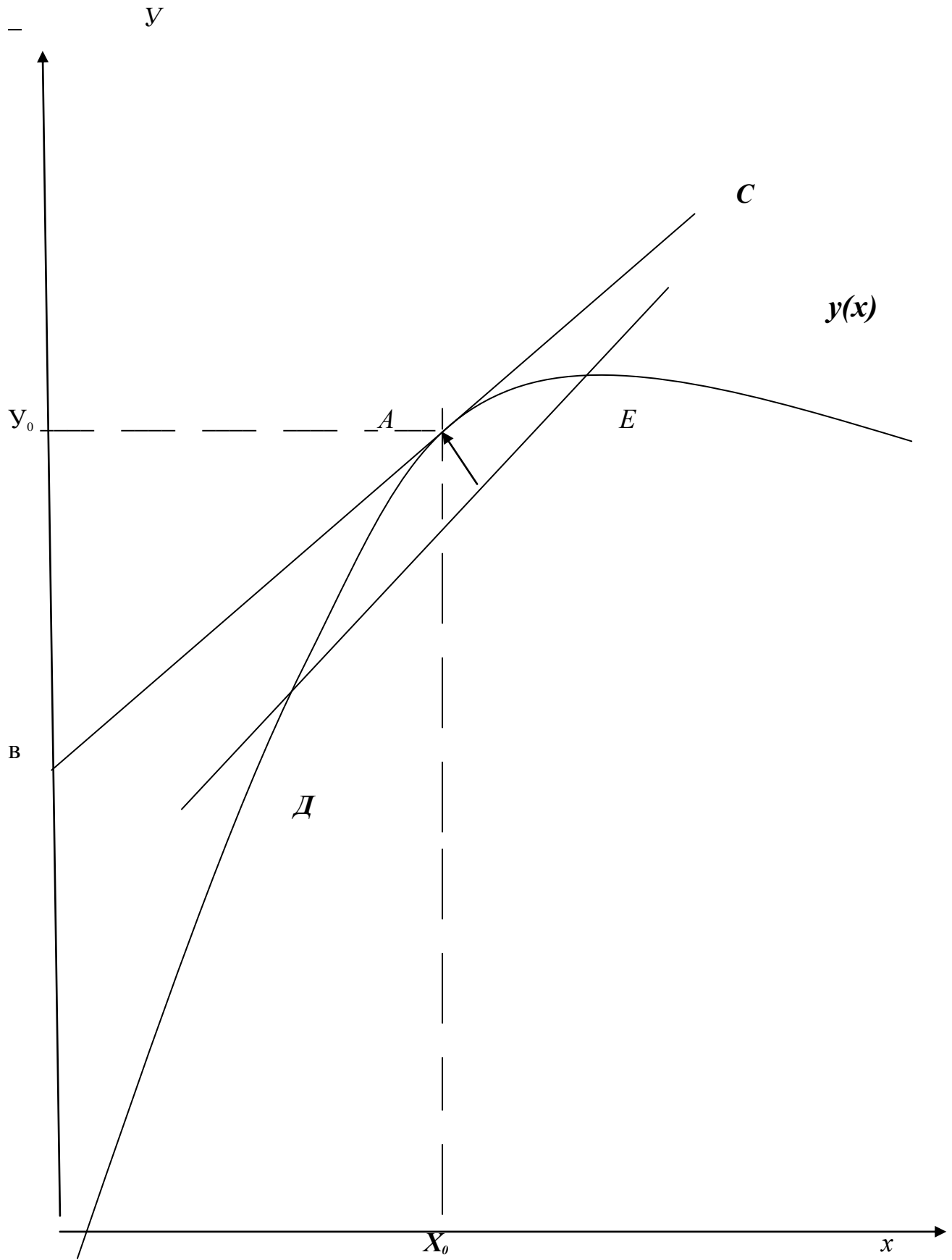


Рис. 4.5 Лінеаризація статичної характеристики

Суттєво нелінійна статична характеристики має злами або розриви. Прикладом є характеристика реле. Заміна такої характеристики лінією неможлива, тобто неможлива лінеаризація.

Перехід від нелінійної функції до лінійної математично описується спрощенням ряду Тейлора.

Примітка: Ряд Тейлора – це розвинення функції у нескінченну суму степеневих функцій:

$$y(x) \approx y(x_0) + y'(x_0)(x - x_0) + \dots + y^{(n)}(x_0)\Delta x \quad (4.1)$$

При спрощенні всі члени вище першого порядку відсікаються.

$y'(x_0)$ – похідна функція $y(x)$ у точці A з координатами X_0 і Y_0 (рис. 4.3)

Заміна функції (4.1) виглядає:

$$\Delta y = k \Delta x \quad (4.2), \quad \text{де}$$

$$\Delta y = y - y_0$$

$$\Delta x = x - x_0$$

$$K = y'(x_0)$$

При аналізі АСУ зручно лінійні статичні характеристики розглядати у відхиленнях змінних X і Y від значень X_0 і Y_0 .

Величина K називається передаточним коефіцієнтом елемента і характеризує його передаточні властивості у статичному режимі.

Методи лінеаризації

Лінеаризацію гладких (несуттєво нелінійних) статичних характеристик можна здійснити графічно з використанням методів:

- дотичної;
- січної.

Геометричний зміст такої лінеаризації полягає в заміні кривої $y = f(x)$ дотичною BC , що проведена у точці A , або січною DE (рис. 4.5).

Обидва методи є наближеними і характеризують передаточні властивості елемента наближено.

При аналізі АСУ ці методи дозволяють спрощувати розрахунки параметрів системи.

Висновки по темі № 4

1. Зв'язок між вхідною і вихідною величинами може бути **статичним** (однозначним) і **астатичним** (неоднозначним).
2. Статичні характеристики поділяються на **лінійні та нелінійні**.
3. Нелінійні елементи можуть мати **суттєво нелінійну і несуттєво нелінійну** характеристики.
4. Наближена заміна нелінійної функції лінійною називається **лінеаризацією** і описується спрощенням **ряду Тейлора**.
5. Передаточні властивості АСУ у статичному режимі характеризуються **передаточним коефіцієнтом елемента**.
6. Лінеаризацію несуттєво нелінійних статичних характеристик можна здійснити графічно методами **дотичної; січної**.