

РАЗДЕЛ 7. НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

ЛЕКЦИЯ 24. ВИДЫ И  
ОСОБЕННОСТИ  
НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ.

Составитель: к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и телемеханика» Ермилина О.В.

## **Нелинейные системы автоматического управления**

Нелинейной системой автоматического управления называется такая система, которая содержит хотя бы одно звено описываемое нелинейным уравнением.

## Нелинейные системы автоматического управления

Перечислим виды нелинейных звеньев:

- 1) звено релейного типа;
- 2) звено с криволинейной характеристикой любого очертания;
- 3) звено с кусочно-линейной характеристикой;
- 4) звено, уравнение которого содержит произведение переменных или их производных и другие их комбинации;
- 5) нелинейный импульсный элемент;
- 6) логическое звено;
- 7) звенья, описываемые кусочно-линейными дифференциальными уравнениями, и том числе переменной структуры.

## Типовые нелинейные характеристики

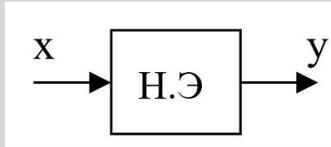
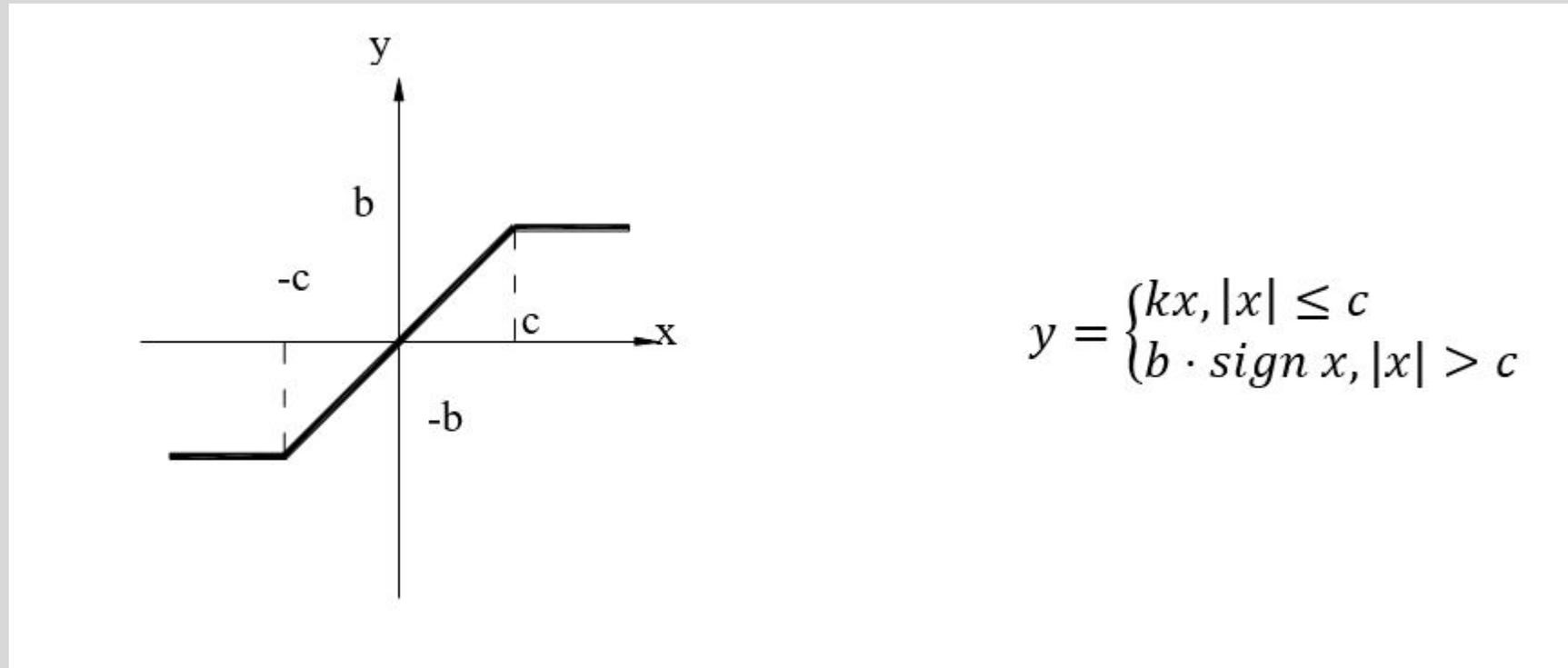


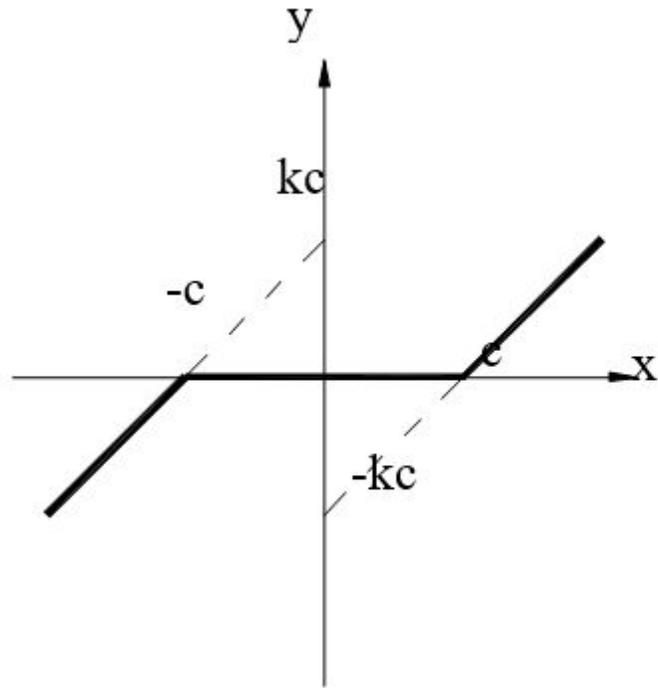
Рис.24.1. – Типовой нелинейный элемент



$$y = \begin{cases} kx, & |x| \leq c \\ b \cdot \text{sign } x, & |x| > c \end{cases}$$

Рис.24.2. – Нелинейный элемент типа насыщение

## Типовые нелинейные характеристики



$$y = \begin{cases} 0, & |x| \leq c \\ kx - kc \cdot \text{sign } x, & |x| > c \end{cases}$$

Рис.24.3. – Нелинейный элемент типа зона нечувствительности 1-го рода

## Типовые нелинейные характеристики

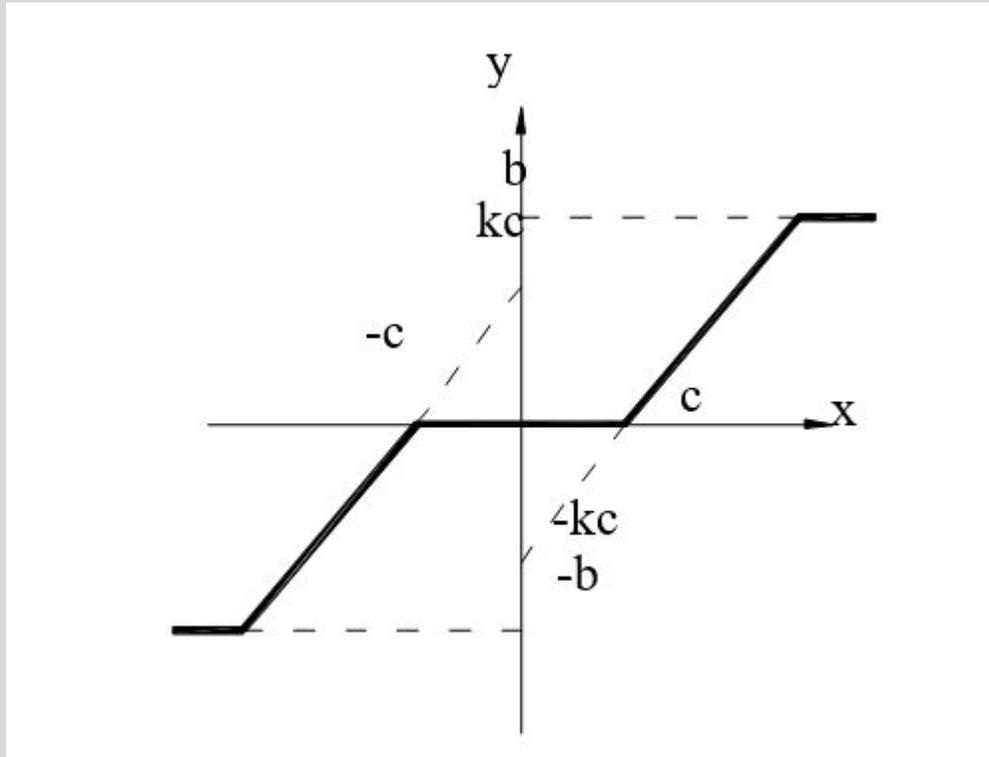


Рис.24.4. – Нелинейный элемент типа зона нечувствительности 1-го рода и ограничение

## Типовые нелинейные характеристики

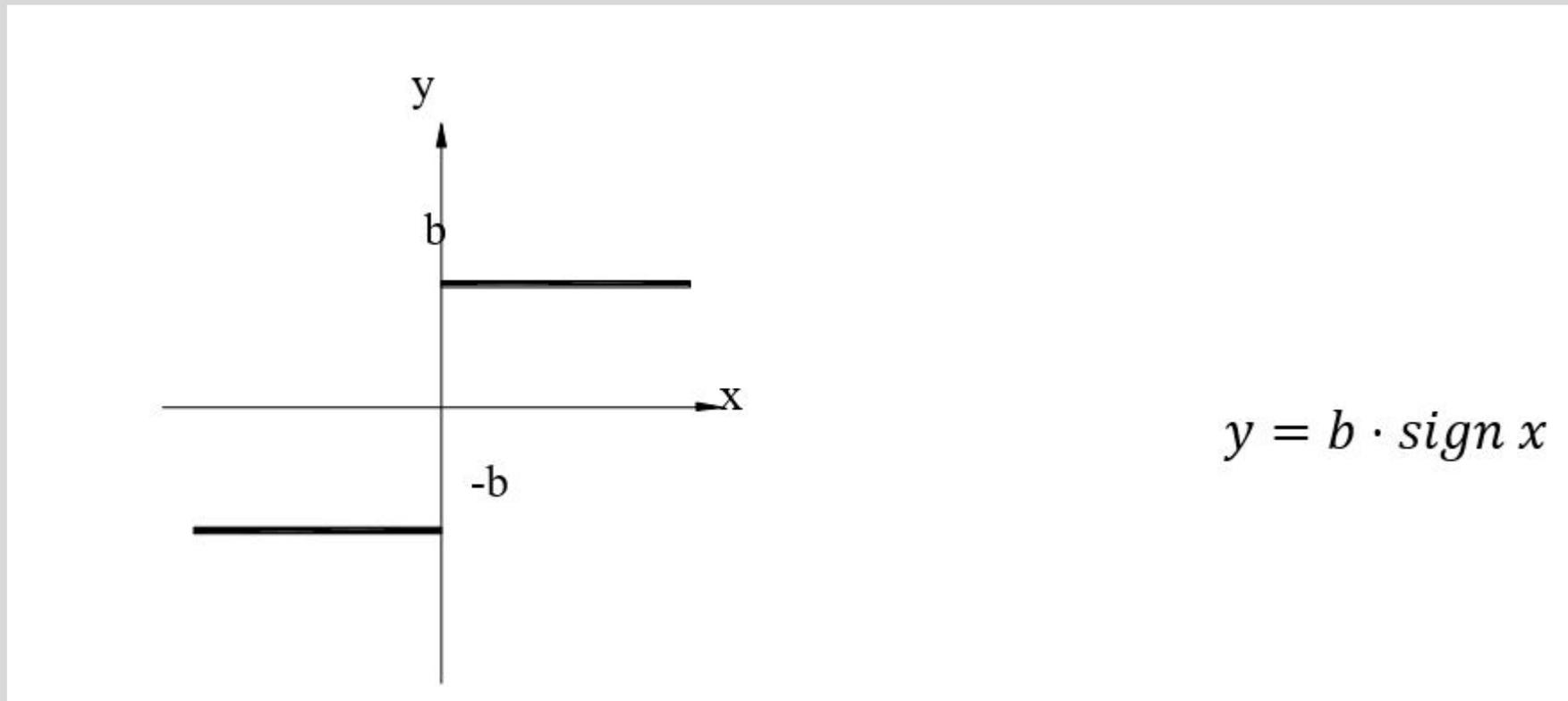
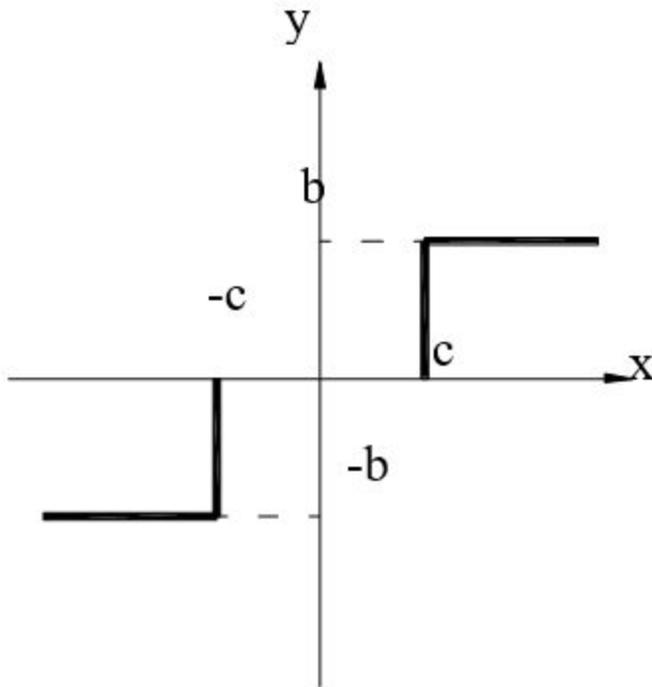


Рис.24.5. – Идеальное  
двухпозиционное реле

## Типовые нелинейные характеристики



$$y = \begin{cases} 0, & |x| \leq c \\ b \cdot \operatorname{sign} x, & |x| > c \end{cases}$$

Рис.24.6. Идеальная релейная характеристика, зона нечувствительности 2-го рода, трёхпозиционное реле

## Типовые нелинейные характеристики

Рассмотренные характеристики являются однозначными, т.е. каждому значению входной величины соответствует единственное значение выходной. Характерным признаком неоднозначных нелинейных характеристиках является наличие петли на графике. К неоднозначным нелинейным элементам относятся, например, люфт и характеристика реального трехпозиционного реле, у которого ток срабатывания не равен току отпускания.

## Типовые нелинейные характеристики

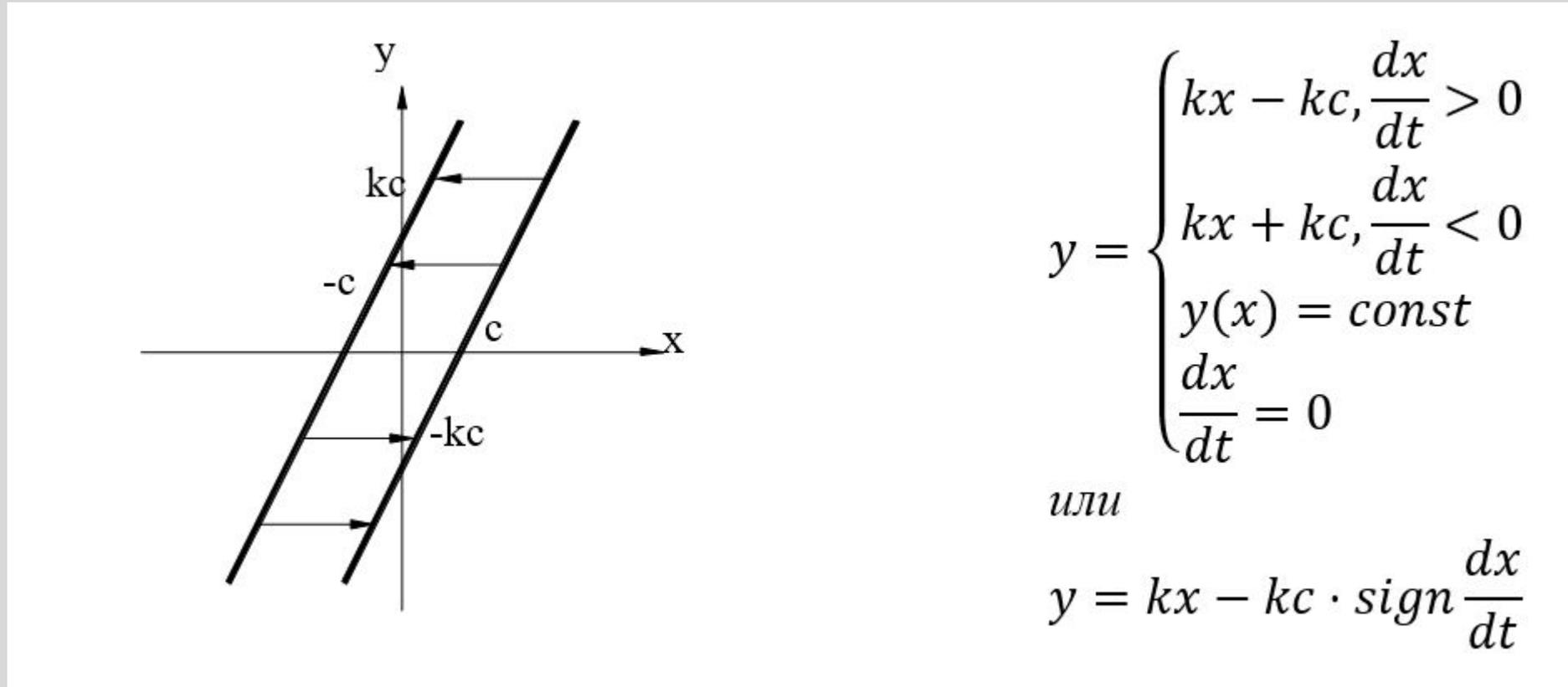


Рис.24.7. Характеристика люфт, зазор, сухое трение

## Типовые нелинейные характеристики

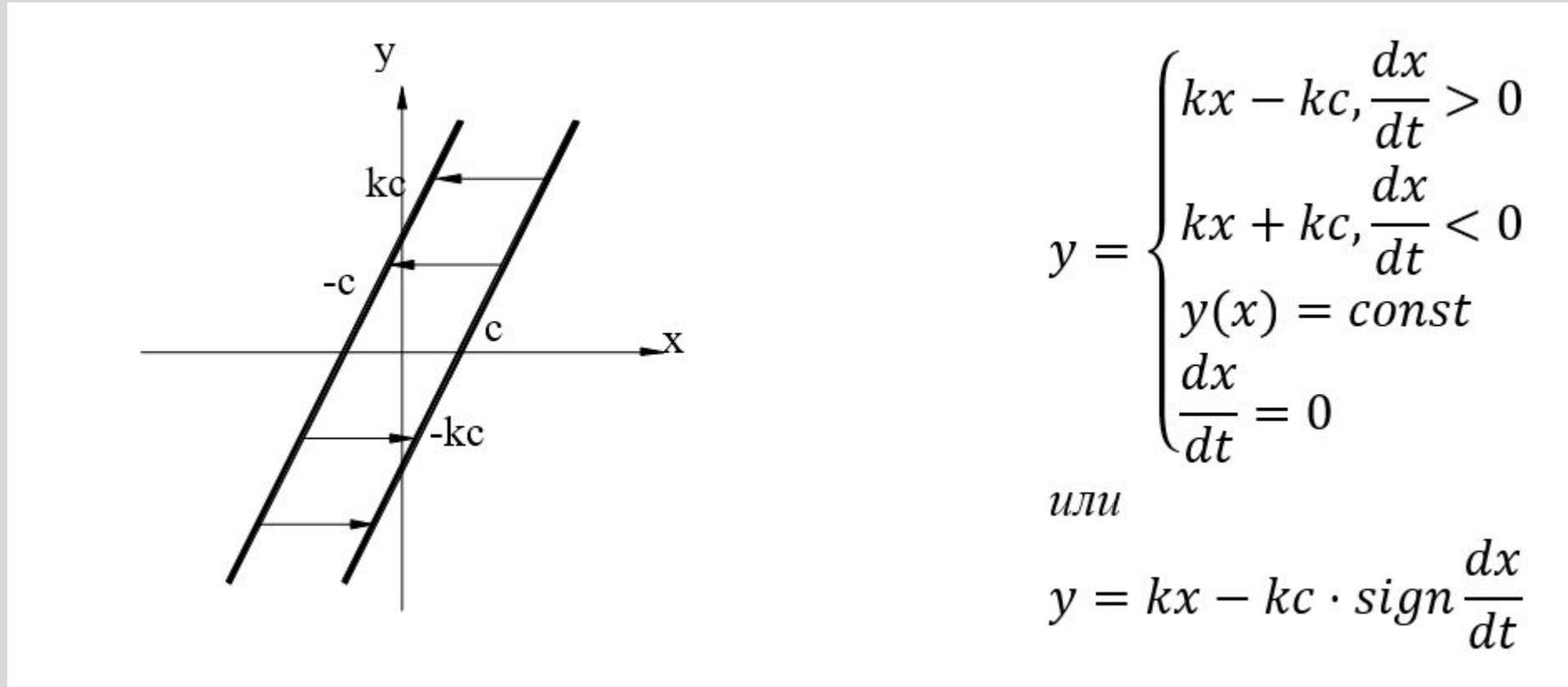


Рис.24.7. Характеристика люфт, зазор, сухое трение

## Типовые нелинейные характеристики

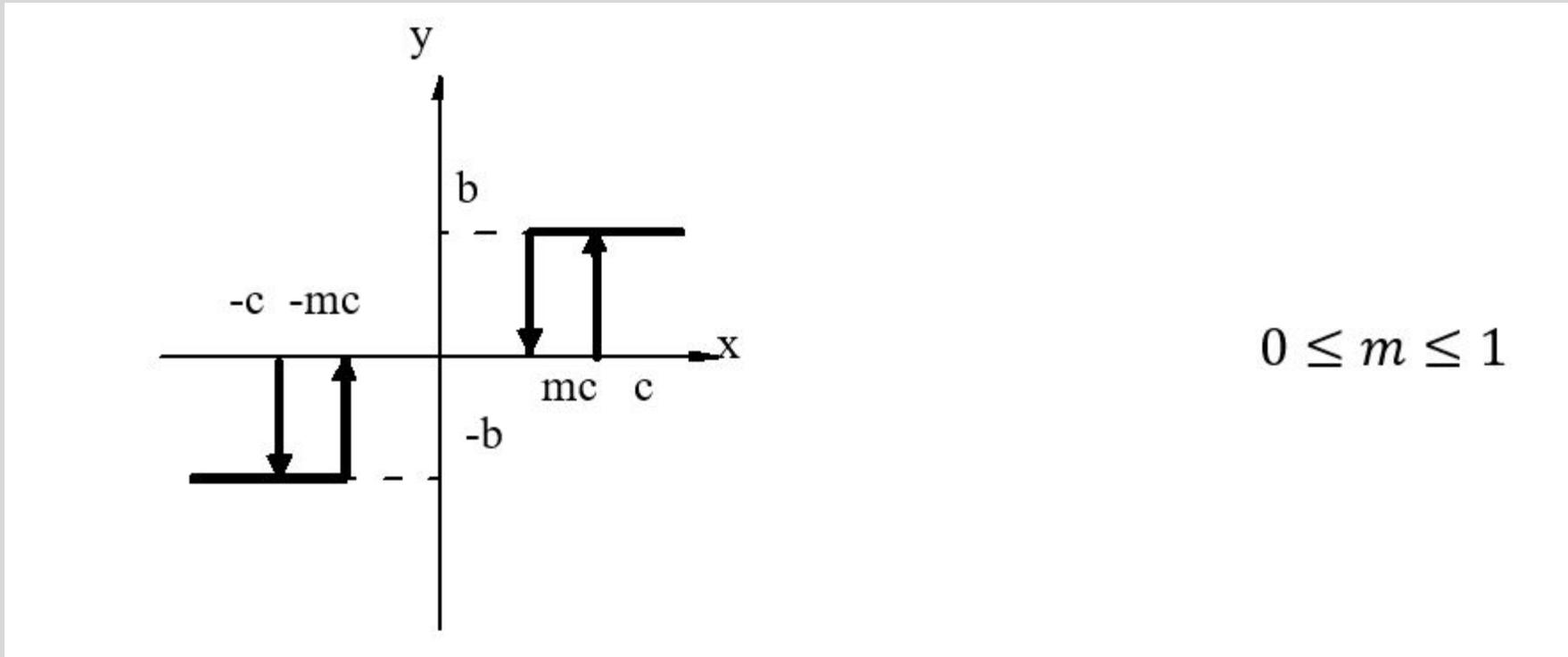


Рис.24.8. Характеристика

3х-позиционного реле

## Типовые нелинейные характеристики

Стремление линеаризовать нелинейные системы вызвано особыми свойствами линейных систем, позволяющими в значительной степени облегчить их анализ.

К таким свойствам относятся свойство суперпозиции и свойство однородности на изменение масштаба входной переменной.

Нелинейные системы не обладают этими свойствами, поэтому для них не применимы методы исследования линейных систем. Вместе с тем на практике существует ряд явлений, происхождение которых невозможно объяснить в рамках линейной теории. К таким явлениям относятся: неизохронность свободных колебаний, неоднозначность зависимости амплитуды вынужденных колебаний от частоты гармонической возмущающей силы (нелинейный резонанс), возможность существования нескольких положений равновесия, возникновение супер - и субгармонических колебаний, автоколебания, явления захватывания и затыгивания.

# Типовые нелинейные характеристики

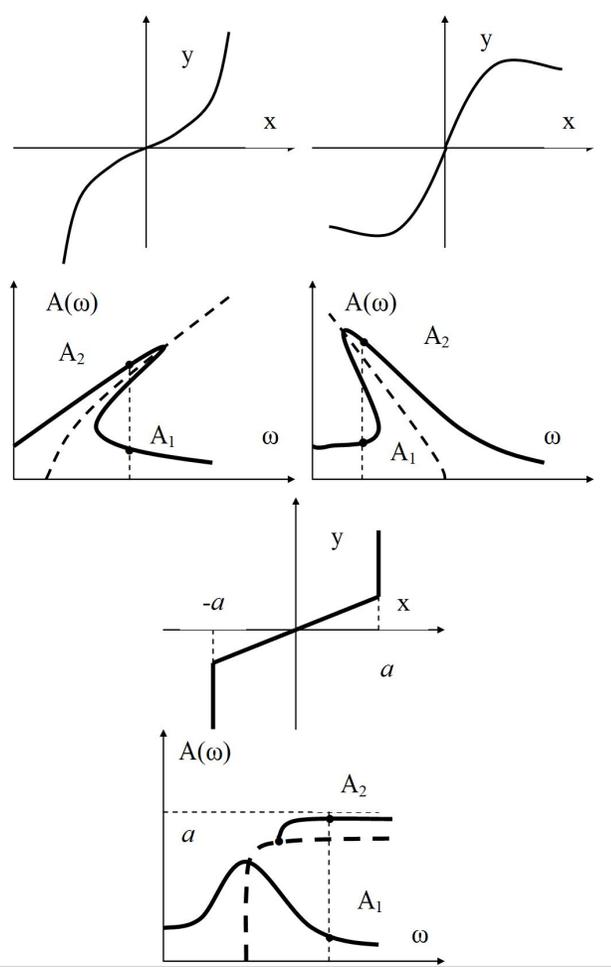


Рис. 24.9. Характеристики нелинейных систем.

**Типовые нелинейные характеристики**

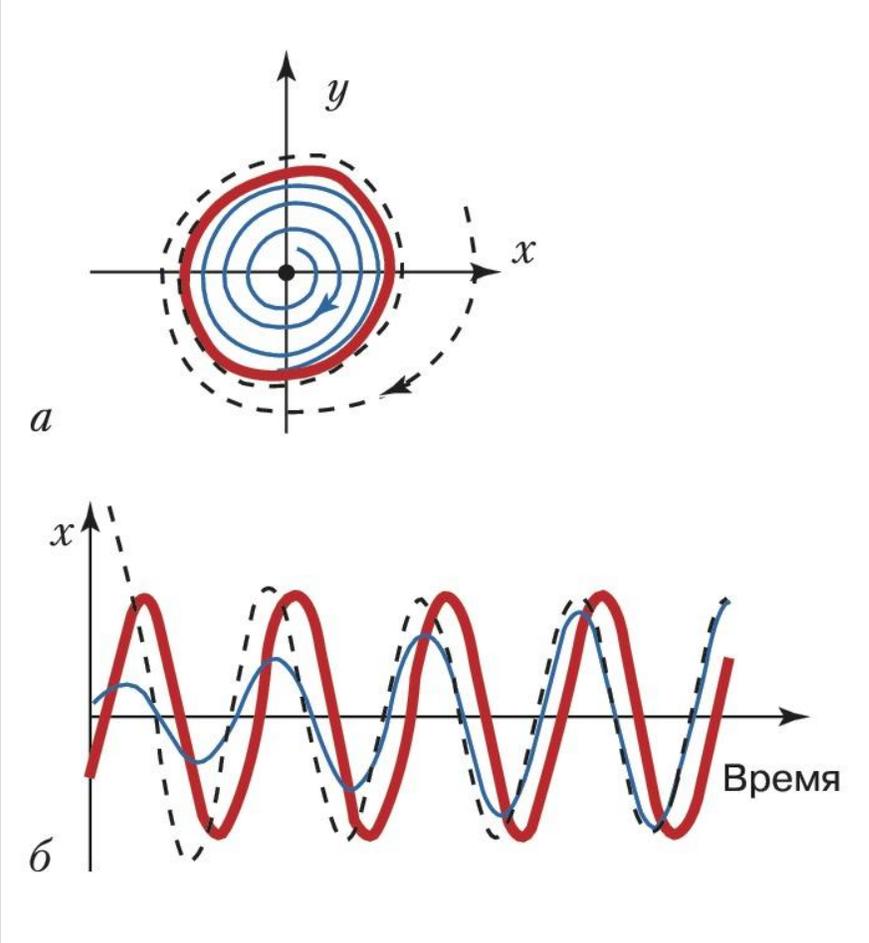


Рис. 24.10. Автоколебания

Лекция окончена. Вопросы ???