1. Лабораторная работа № 2
2. Исследование нелинейных динамических систем

**Цель работы**: Оценить устойчивость нелинейных динамических систем по виду фазовой траектории и временной характеристике выходного сигнала.

**Задание:** Составить в программном пакете *Simulink* схемы нелинейных динамических систем (рис. 1-5). Построить фазовые траектории и оценить устойчивость динамических систем.

Построить временную характеристику и фазовые траектории при гармоническом воздействии на входе:

  (1)

где *А*=2,5; *ɷ*=1с-1.



Рис. 1 – Схема нелинейной системы

1) Руководствуясь схемой нелинейной системы (рис. 1), построить временную характеристику выходного сигнала и фазовую траекторию. Релейная характеристика *F(x)* с зоной нечувствительности и петлей гистерезиса представлена на рис. 2.



Рис. 2 – Релейная характеристика

Уравнения звеньев:

  (2)

Параметры звеньев: *k*=1; |*a1|*=1; |*a2|*=2; |*b|*=1, при нулевых начальных условиях.

Для блока *XY Graph* задать пределы xmin=-3, xmax=3, ymin=-3, ymax=3.

2) Для нелинейной системы (рис.3) статическая характеристика нелинейного элемента представляет собой релейную характеристику с зоной нечувствительности (рис. 4).



Рис. 3 – Схема нелинейной системы



Рис. 4 – Релейная характеристика

Параметры звеньев: *k*=1; |*a|*=1; |*b|*=2; *Т*=10 с, при нулевых начальных условиях.

Для блока *XY Graph* задать пределы xmin=-1, xmax=1, ymin=-1, ymax=1.

3) Для нелинейной системы (рис.5) статическая характеристика нелинейного элемента представляет собой релейную характеристику (рис. 6).



Рис. 5 – Схема нелинейной системы



Рис. 6 – Релейная характеристика

Параметры звеньев: *k1*=0,01; *k2*=1; *k3*=1; *k4*=5; |*b|*=2, при нулевых начальных условиях.

Для блока *XY Graph* задать пределы xmin=-0.3, xmax=0.3, ymin=-0.3, ymax=0.3

4) Для нелинейной системы (рис.7) определить наличие автоколебаний. Нелинейный элемент представляет собой релейную характеристику (рис. 6)



Рис. 7 – Схема нелинейной системы

Параметры звеньев: *k1*=2; *k2*=5; *kо.с.=k3*=1; |*b|*=1;*Т1*=0,01 с, *Т2*=0,1 с.

Для блока *XY Graph* задать пределы xmin=-2.5, xmax=2.5, ymin=-2.5, ymax=2.5.

Время переходного процесса изменять от 1 до 10 сек. В отчет приложить фазовые портреты для *tп.п.*=1 сек, 3 сек и 10 сек.

**Содержание отчета:**

1) Название и цель;

2) Схема исследуемой модели в среде *Simulink* для каждой нелинейной системы;

3) Заданные параметры

4) Входные и выходные временные характеристики, а также фазовые траектории для каждой нелинейной системы;

5) Выводы по работе.

**Контрольные вопросы:**

1. Какая система называется нелинейной?

2. Структура нелинейной системы.

2. Приведите типовых нелинейных звеньев.

3. Приведите примеры нелинейностей в реальных технических устройствах.

4. Что представляет собой релейный элемент и релейная автоматическая системы.

5. Что такое фазовая траектория, фазовый портрет?

6. Как по виду временных характеристик и фазовой траектории оценить устойчивость процесса?