МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

Институт интеллектуальных кибернетических систем

Кафедра Кибернетики

**Отчет по Лабораторной работе 1**

**“Фазовые портреты кусочно-линейных систем”**

**по курсу**

**«Методы анализа динамических систем»**

**Вариант 2**

**Выполнил студент группы М22-501:** Верендеев И.М.

## Проверил: Ктитров С.В

Москва 2022

**Цель работы**

Изучение особенностей фазовых портретов кусочно-линейных систем и

практическое освоение компьютерных способов построения фазовых портретов нелинейных систем.

**Условия задачи**

Исследуется нелинейная система 2-го порядка с двузначной кусочно-линейной функцией (Рис. 1), которая находится в структурной схеме (Рис. 2). Входной сигнал отсутствует.

Линейная часть:

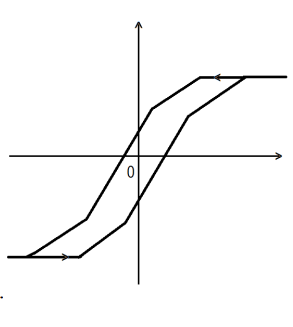


Рис. 1 – Двузначная кусочно-линейная функция

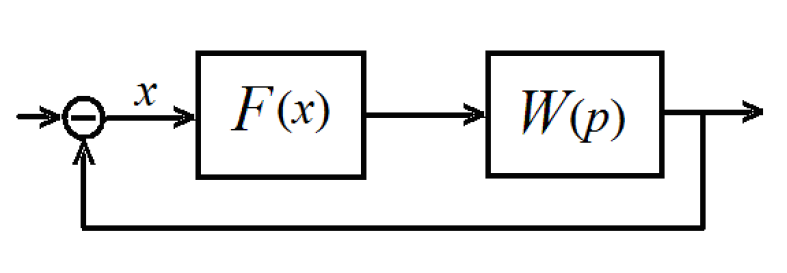


Рис. 2 – Структурная схема

**Подготовка к работе**

Рассмотрим данную двузначную кусочно-линейную функцию:

Рассмотрим входную структурную схему:

Рассмотрим 6 случаев для данной двузначной кусочно-линейной функции, подставляя в полученную систему дифференциальных уравнений.

1. ;
2. ;
3. ;
4. ;
5. ;
6. ;

В лабораторной работе взяты следующие значения:

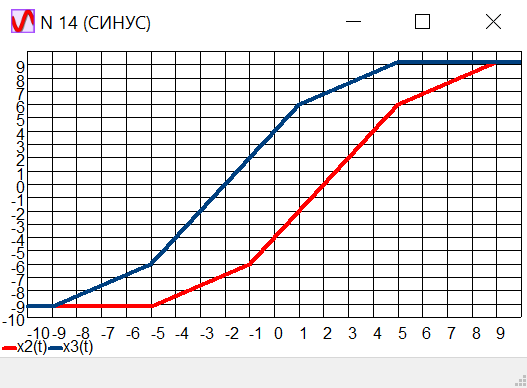


Рис. 3 – Рисунок нелинейности

**Моделирование с помощью программы Sinus**

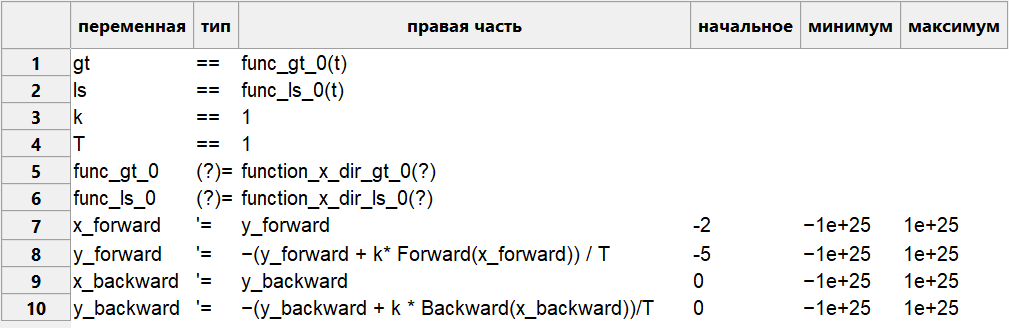


Рис. 4 – Задание уравнений

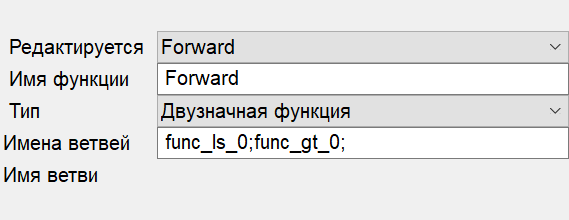


Рис. 5 – Задание двузначной функции для предложенного направления

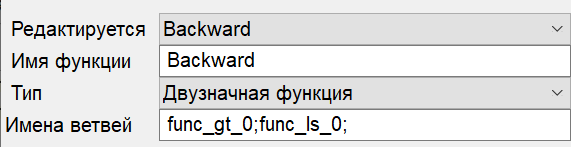


Рис. 6 – Задание двузначной функции для направления обратного предложенному

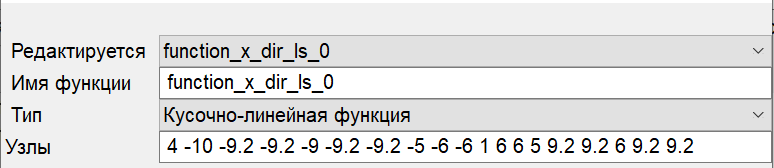


Рис. 7 – Задание кусочно-линейной функции ветвь (х’ <0 – для предложенного направления, x’>0 – для обратного направления)

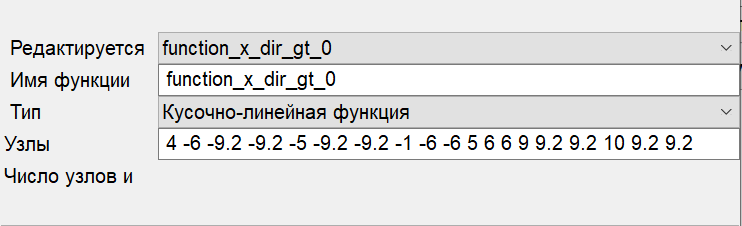


Рис. 8 – Задание кусочно-линейной функции ветвь (х’ <0 – для обратного, x’>0 – направления для предложенного направления)

**Определяем направление методом пробной точки:**

1. (-7, 1)
2. (-1, 1)
3. (7, 1)
4. (7, -1)
5. (1, -1)
6. (-7, -1)

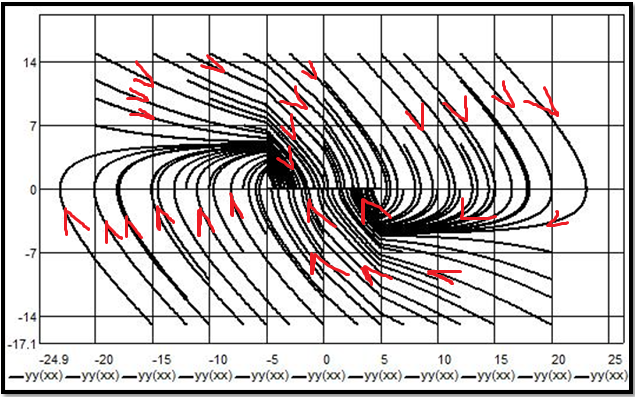


Рис. 12 – Фазовый портрет обратное направление

**Заключение**

В данной лабораторной работе были изучены особенности фазовых портретов кусочно-линейных систем и практически освоены компьютерные способы построения фазовых портретов нелинейных систем путем исследования нелинейной системы 2-го порядка с двузначной кусочно-линейной функцией без входного сигнала.

На начальном этапе были написаны уравнения, описывающие выданную кусочно-линейную функцию. Затем была записана система дифференциальных уравнений для предложенной структурной схемы. Были определены границы областей многолистного фазового портрета. Каждой из областей поставлено в соответствие дифференциальное уравнение.

Затем была задана исходная система дифференциальных уравнений с помощью программы Синус (рис. 3 – рис. 6) и построен фазовый портрет (рис. - 7). Далее была смоделирована система с обратным направлением стрелок (рис. 8 – рис. 11) и построен фазовый портрет (рис. - 12).

Для фазовых портретов было оценено направление движения по фазовой траектории в каждой области методом пробных точек.

По полученному фазовому портрету можно увидеть, что исходная система дифференциальных уравнений с двузначной кусочно-линейной функцией имеет периодический режим работы.