

Министерство образования Российской Федерации
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.Э. БАУМАНА

Факультет: Информатика и системы управления
Кафедра: Информационная безопасность (ИУ8)

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Лабораторная работа №5 на тему:
«Моделирование систем с нелинейными блоками в MATLAB»

Вариант 4

Преподаватель:
Чернега Е.В.

Студент:
Девяткин Е.Д.

Группа:
ИУ8-44

Репозиторий работы: <https://github.com/ledibonibell/Module04-BMT>

Москва 2024

Цель работы

Познакомиться с работой нелинейных элементов, входящих в состав систем управления, промоделировать работу элементов в среде Simulink математического пакета MatLab.

Порядок выполнения работы

1. Получить передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем;
2. В соответствии с начальными условиями получить структурную схему линейной непрерывной системы и ее переходной процесс;
3. Смоделировать работу основных типов нелинейностей с помощью среды Simulink:
 - 3.1. Для нелинейности типа saturation получить структурную схему моделирования, переходной процесс и фазовый портрет;
 - 3.2. Для нелинейности типа зона нечувствительности получить структурную схему моделирования, переходной процесс и фазовый портрет;
 - 3.3. Для нелинейности типа реле получить структурную схему моделирования, переходной процесс и фазовый портрет;
 - 3.4. Для нелинейности типа ограничение скорости получить структурную схему моделирования, переходной процесс и фазовый портрет;
 - 3.5. Для нелинейности типа квантование по уровню получить структурную схему моделирования, переходной процесс и фазовый портрет;
4. Промоделировать систему с тремя типами нелинейностей одновременно: мертвая зона, ограничение и квантование по уровню. Получить структурную схему моделирования и переходной процесс;

Исходные данные

| Исходные данные | | Начальные условия | |
|-----------------|-------|-------------------|-----|
| T_1 | K_1 | T | K |
| 0.8 | 1.4 | 0.5 | 1 |

Интервал времени - $T = 25$ с

Задержка дискретного сигнала - 2 с

Ограничения для saturation - 0.9 и 1.1

Ограничения зоны нечувствительности - 0.9 и 1.1

Значение выходного сигнала при выключенном и включенном реле - 0.5 и 1.5

Порог включения и выключения реле - 1.1 и 0.9

Ход работы

Рассмотрим данную для работы структурную схему (Рис. 1):

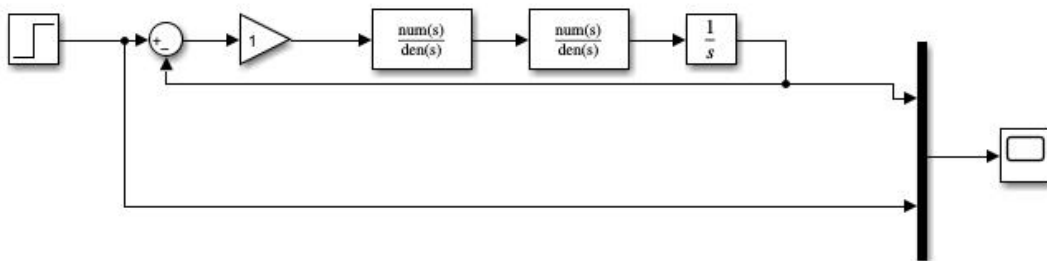


Рис. 1 - Структурная схема линейной САУ

И соответствующий график, отображающий переходной процесс данной линейной САУ (Рис. 2):

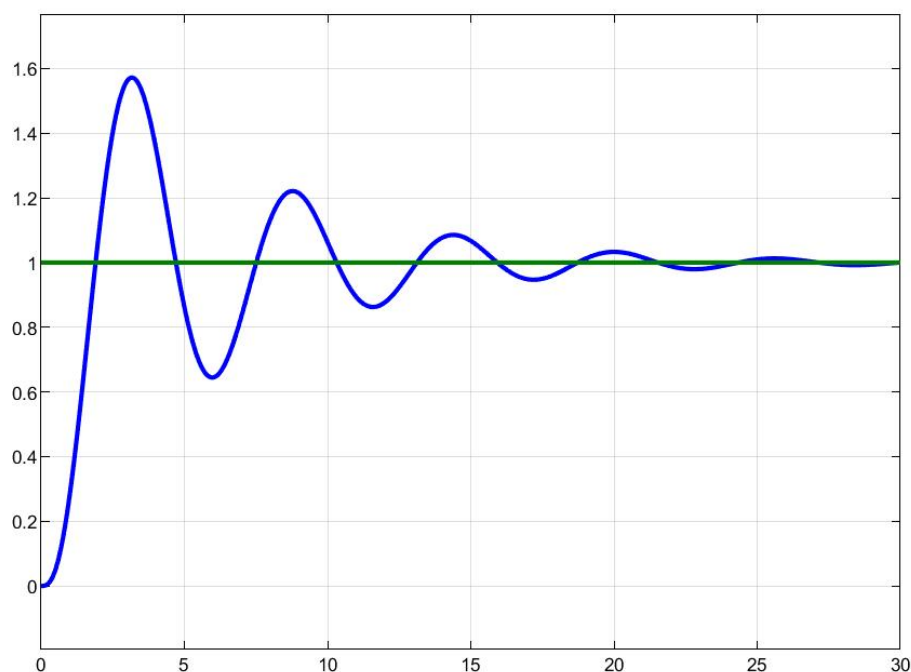


Рис. 2 - График переходного процесса непрерывной функции

Также запишем передаточную функцию для, соответственно, разомкнутой и замкнутой системы:

$$W_p = k * \frac{k_1}{T_1 s + 1} * \frac{1}{T s + 1} * \frac{1}{s} = \frac{k * k_1}{T_1 T s^3 + (T_1 + T) s^2 + s} = \frac{1,4}{0,4 s^3 + 1,3 s^2 + s}$$

$$W = \frac{W_p}{1 + W_p} = \frac{\frac{k * k_1}{T_1 T s^3 + (T_1 + T) s^2 + s}}{1 + \frac{k * k_1}{T_1 T s^3 + (T_1 + T) s^2 + s}} = \frac{k * k_1}{k * k_1 + T_1 T s^3 + (T_1 + T) s^2 + s}$$

$$W = \frac{1,4}{1,4 + 0,4 s^3 + 1,3 s^2 + s}$$

Теперь смоделируем работу нелинейностей, используя среду Simulink.

1. Нелинейность типа saturation:

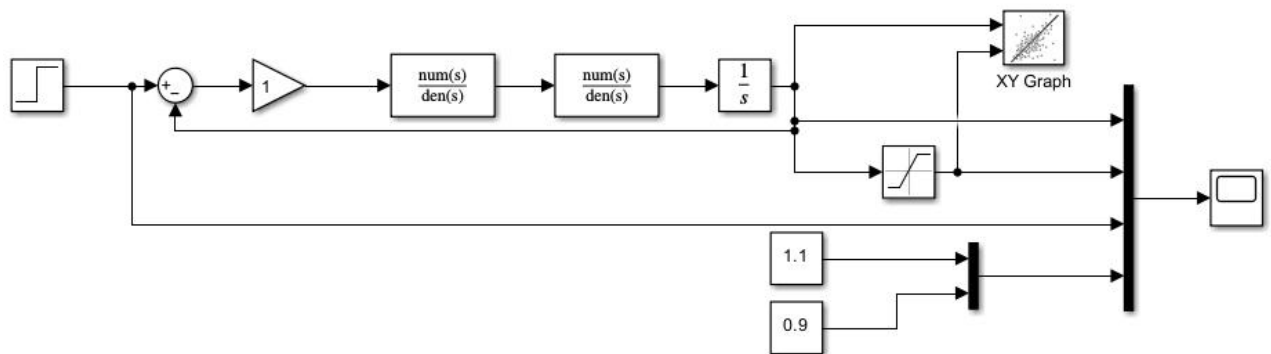


Рис. 3 - Структурная схема нелинейной системы с использованием блока saturation

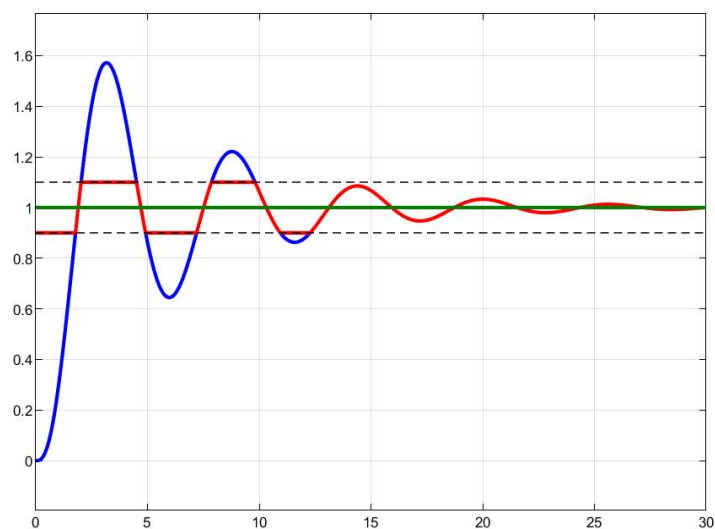


Рис. 4 - Переходной процесс линейной и нелинейной системы с использованием блока saturation

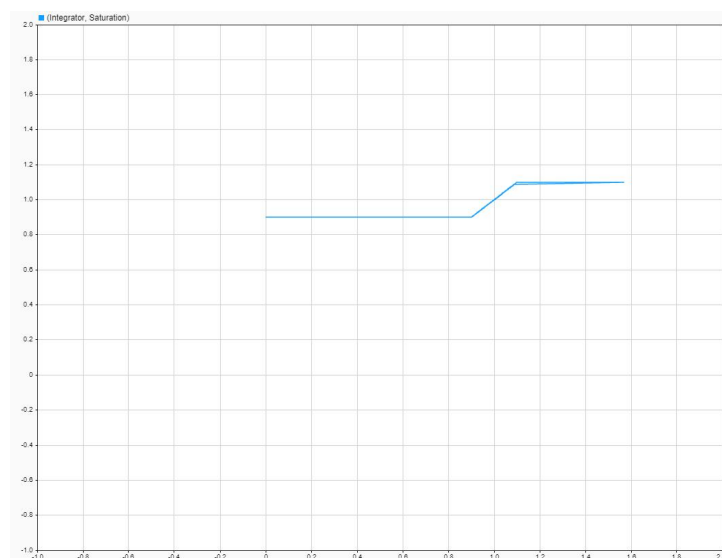


Рис. 5 - Фазовый портрет нелинейной системы с использованием блока saturation

2. Нелинейность типа зона нечувствительности:

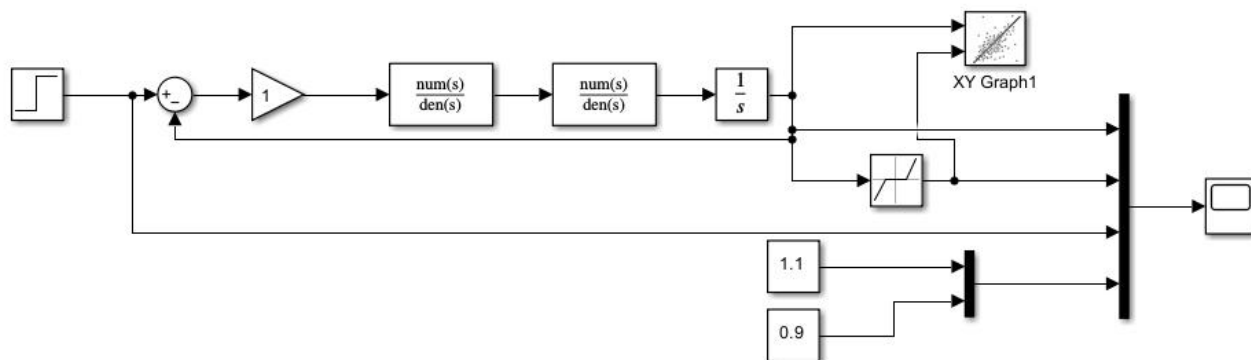


Рис. 6 - Структурная схема нелинейной системы с использованием блока зона нечувствительности

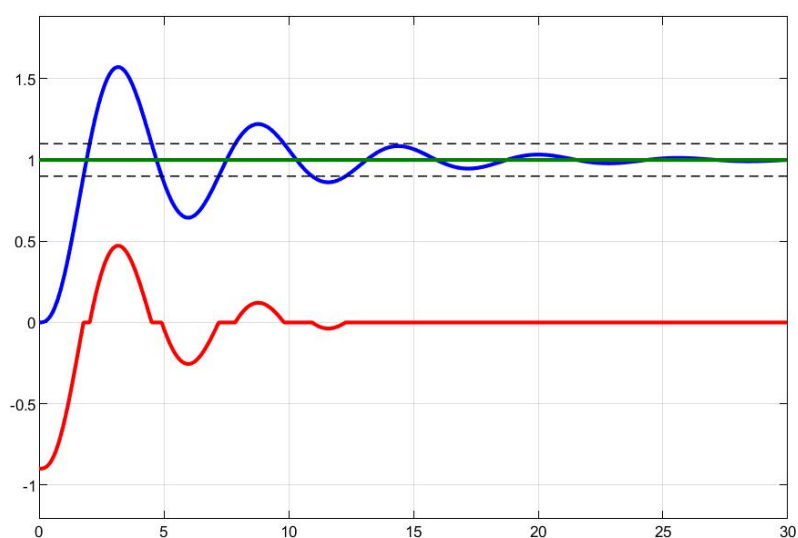


Рис. 7 - Переходной процесс линейной и нелинейной системы с использованием блока зона нечувствительности

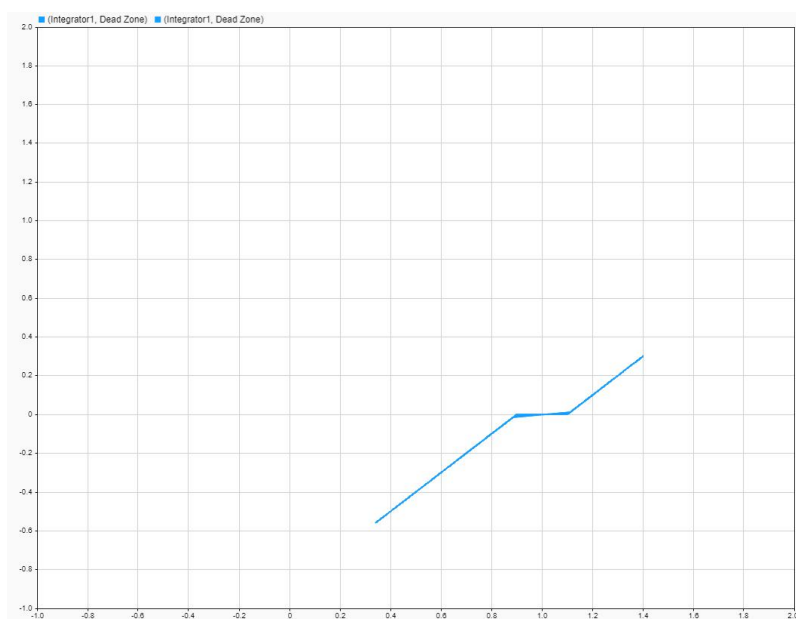


Рис. 8 - Фазовый портрет нелинейной системы с использованием блока зона нечувствительности

3. Нелинейность типа реле:

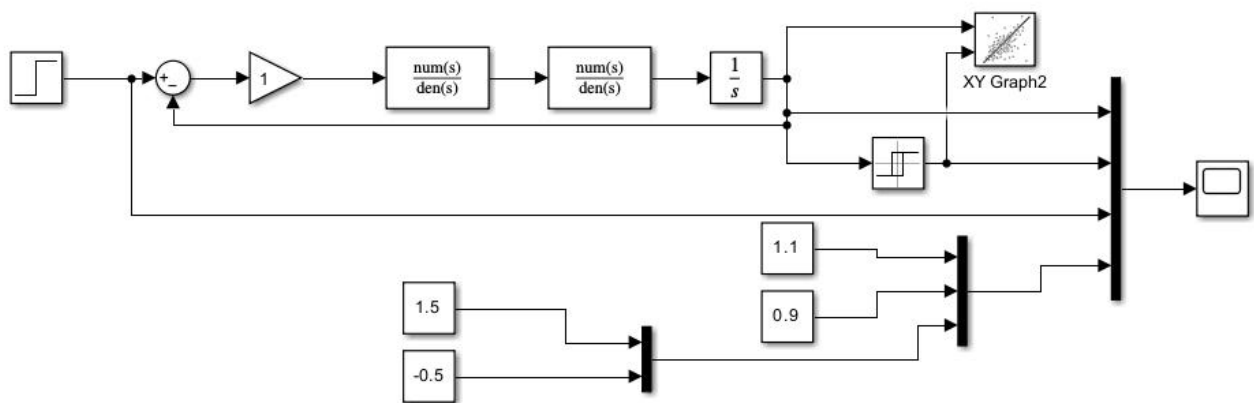


Рис. 9 - Структурная схема нелинейной системы с использованием блока реле

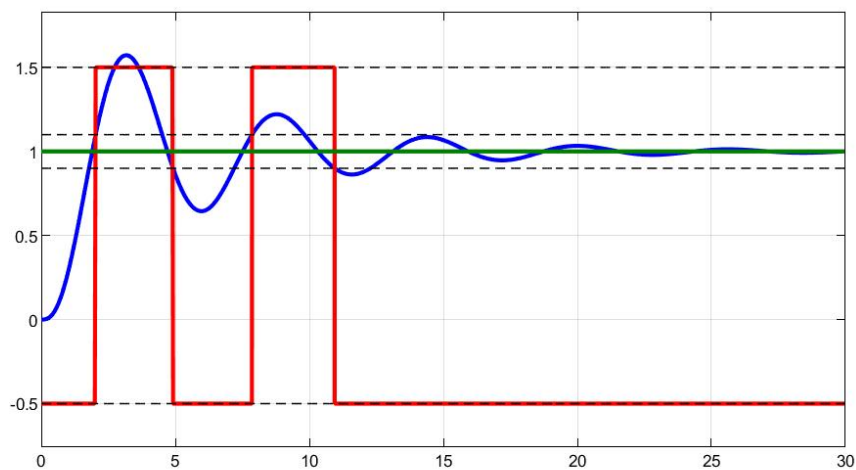


Рис. 10 - Переходной процесс линейной и нелинейной системы с использованием блока реле

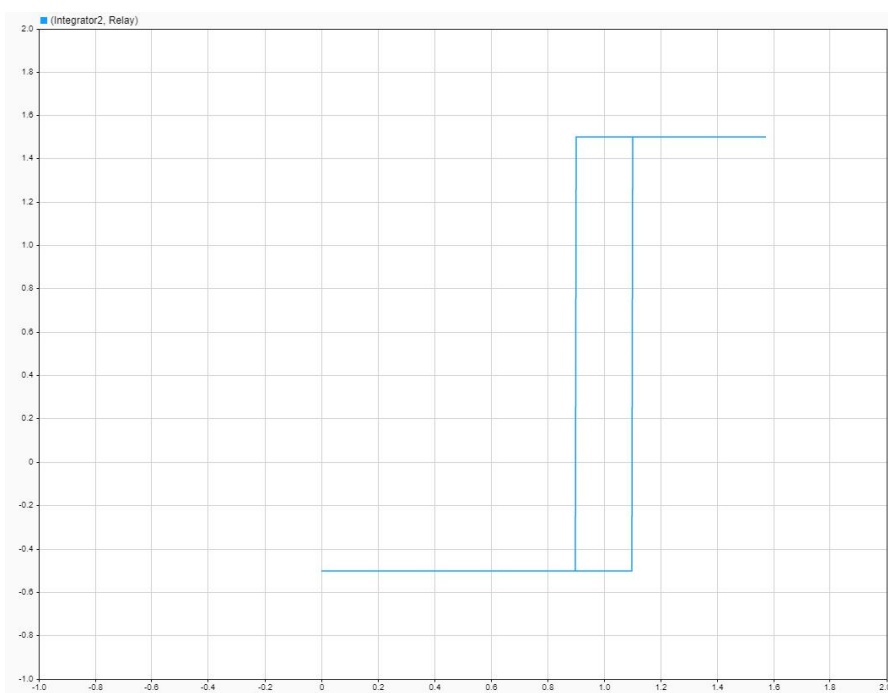


Рис. 11 - Фазовый портрет нелинейной системы с использованием блока реле

4. Нелинейность типа ограничение скорости:

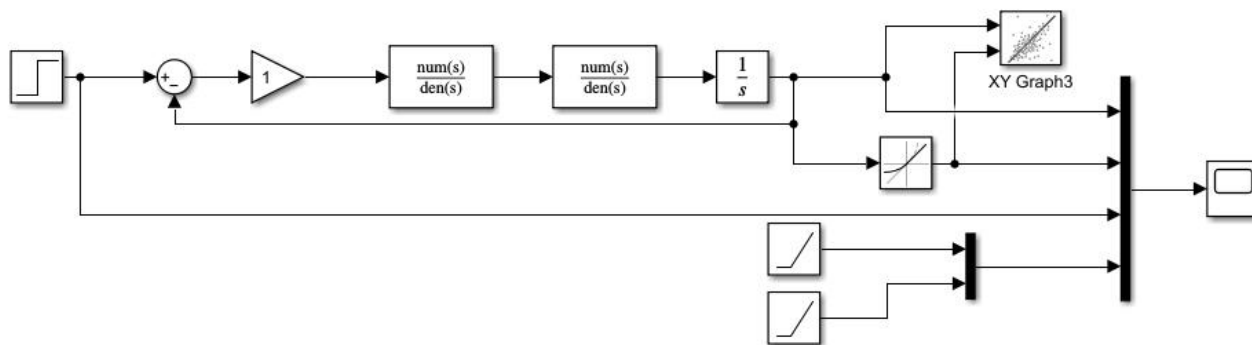


Рис. 12 - Структурная схема нелинейной системы с использованием блока ограничение скорости

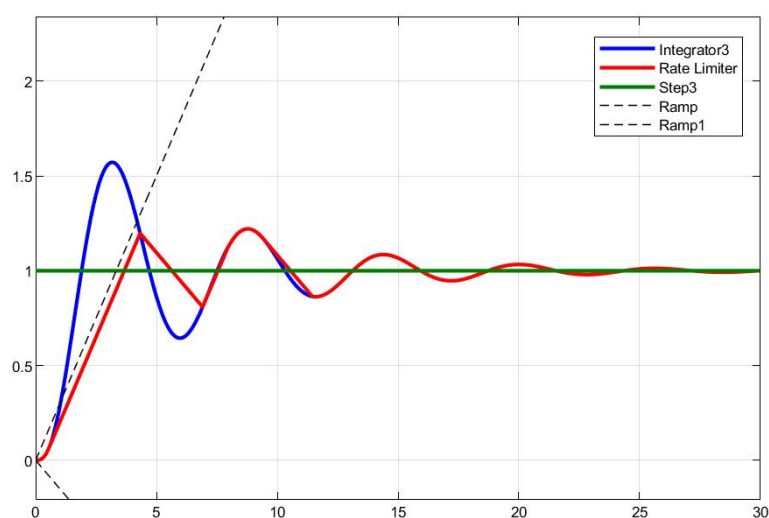


Рис. 13 - Переходной процесс линейной и нелинейной системы с использованием блока ограничение скорости

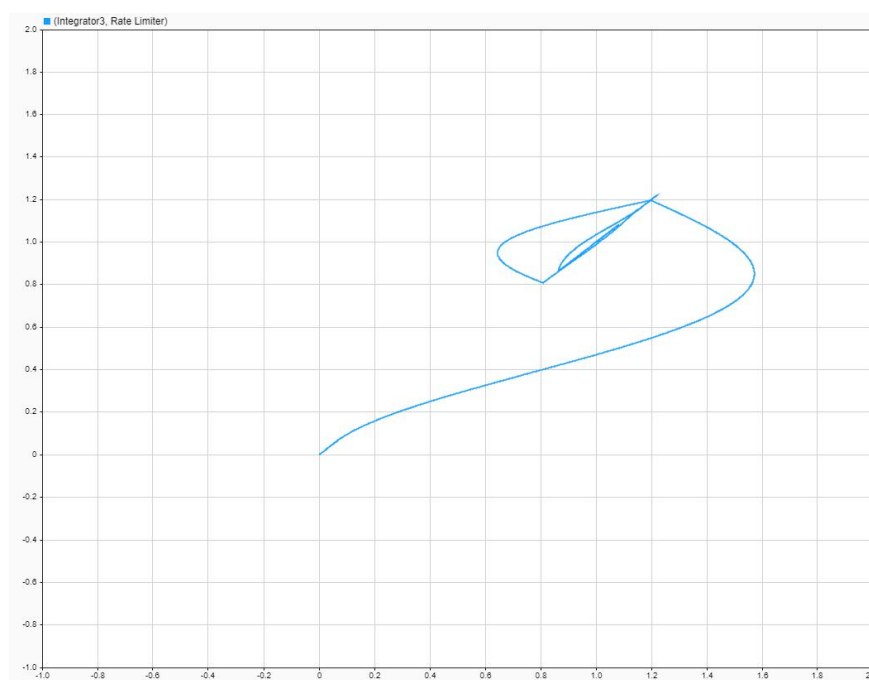


Рис. 14 - Фазовый портрет нелинейной системы с использованием блока ограничение скорости

5. Нелинейность типа квантование по уровню:

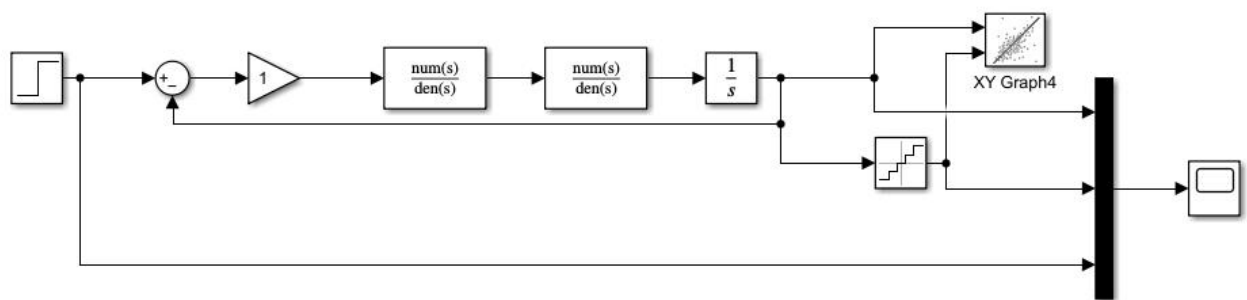


Рис. 15 - Структурная схема нелинейной системы с использованием блока квантование по уровню

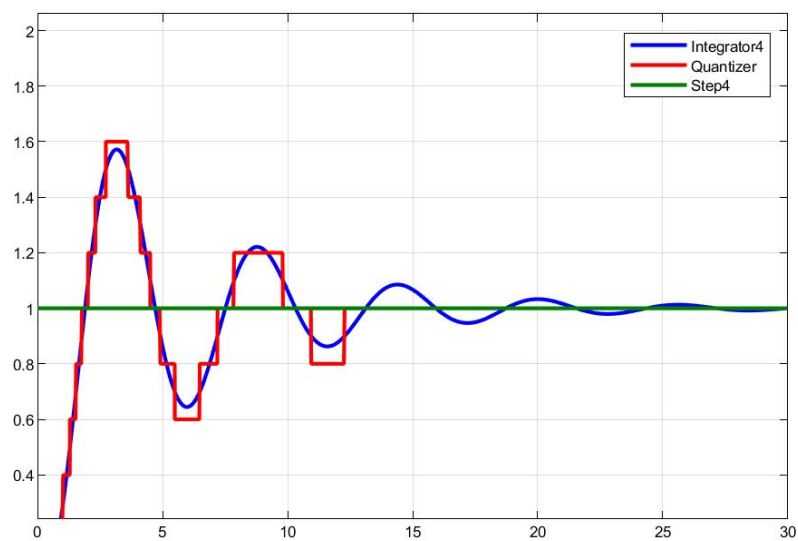


Рис. 16 - Переходной процесс линейной и нелинейной системы с использованием блока квантование по уровню

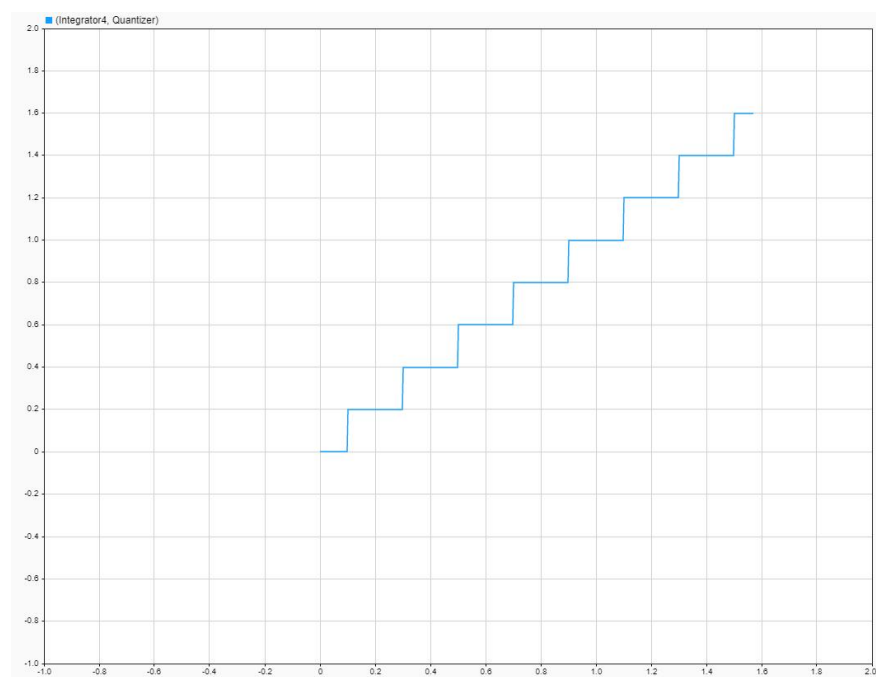


Рис. 17 - Фазовый портрет нелинейной системы с использованием блока квантование по уровню

6. Использование трех типов нелинейности:

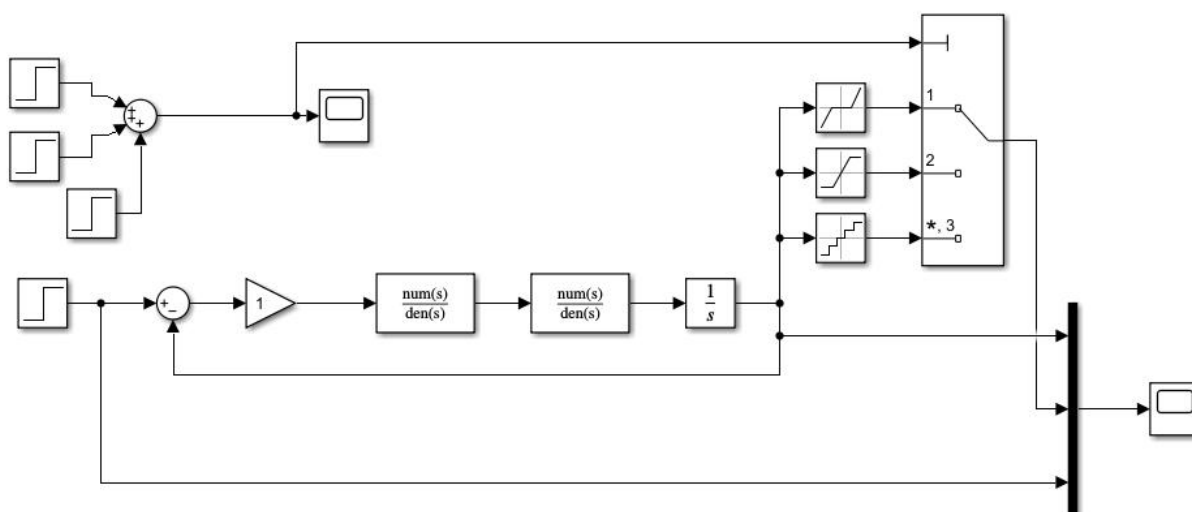


Рис. 18 - Структурная схема нелинейной системы с использованием трех типов нелинейности

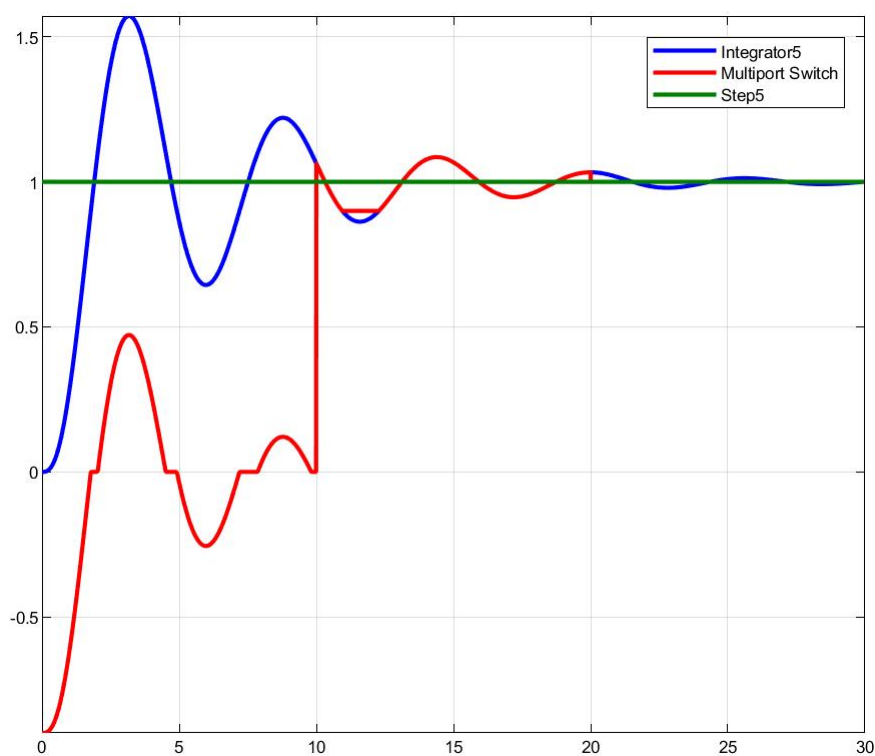


Рис. 19 - Переходной процесс линейной и нелинейной системы с использованием трех типов нелинейности

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы мы углубились в изучение функционала математического пакета MATLAB – Simulink, сфокусировавшись на нелинейных элементах, которые используются в системах управления.

Мы исследовали несколько типов нелинейных элементов, таких как блок ограничения Saturation для установки ограничений на сигнал, блок с зоной нечувствительности Dead Zone, реализующий нелинейную зависимость типа «зона нечувствительности», релейный блок Relay, имитирующий релейную нелинейность, блок ограничения скорости изменения сигнала Rate Limiter, а также блок квантования по уровню для квантования входного сигнала с одинаковым шагом по уровню.

Мы изучили их принцип работы и смоделировали с их помощью структурные схемы, переходный процесс и фазовый портрет.