

ГУАП

КАФЕДРА № 31

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

старший преподаватель

должность, уч. степень, звание

Н.Л. Гречкин

инициалы, фамилия

подпись, дата

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИПОВЫХ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ

по курсу: НЕЛИНЕЙНЫЕ И АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ ГР. №

Д. В. Самарин

подпись, дата

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2025

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Провести исследование типовых нелинейностей (статических и динамических) применяя пакет MatLab Simulink. Задать математическое описание для нетиповой нелинейности. Вариант 15.

ХОД РАБОТЫ

1) По варианту задано описание насыщения с зоной нечувствительности.

15 (5)	Насыщение с зоной нечувствительности		$y = f(x) = \begin{cases} 0, & x < a, \\ k(x - a), & a < x < c, \\ \pm M, & x > c. \end{cases}$
--------	--------------------------------------	--	---

Воспользуемся блоком Matlab function для того, чтобы описать данную нелинейность. Код, записанный в данный блок приведен ниже.

```
function y = fcn(x)
a=0.5;
M=1;
C=1.5;
k=M/(C-a);
if abs(x)<a
    y=0;
elseif (a<x) && (x<C)
    y=k*(x-a);
elseif (a<-x) && (-x<C)
    y=k*(x+a);
elseif x>C
    y=M;
else
    y=-M;
end
```

Собранная модель в Simulink для проверки результата приведена на рис. 1.

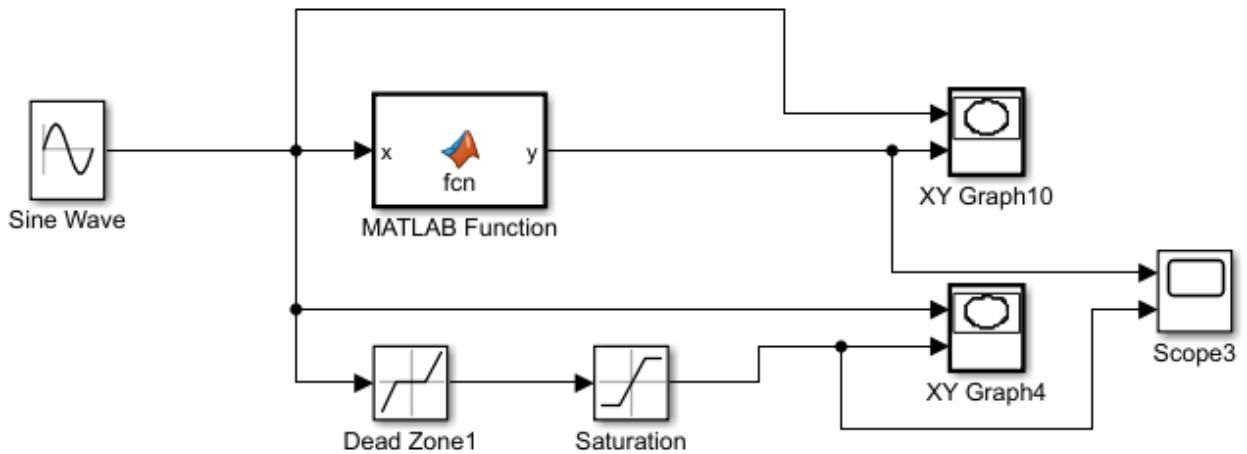


Рисунок 1 – Модель для проверки результата

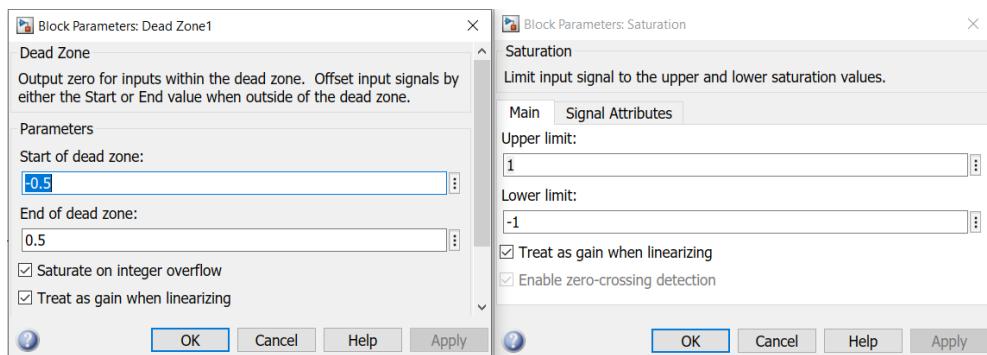


Рисунок 2 – Параметры блоков мертвых зон и ограничения

Полученные вход-выходные зависимости для составленной нелинейности и для нелинейности из готовых блоков приведены на рисунке 8.

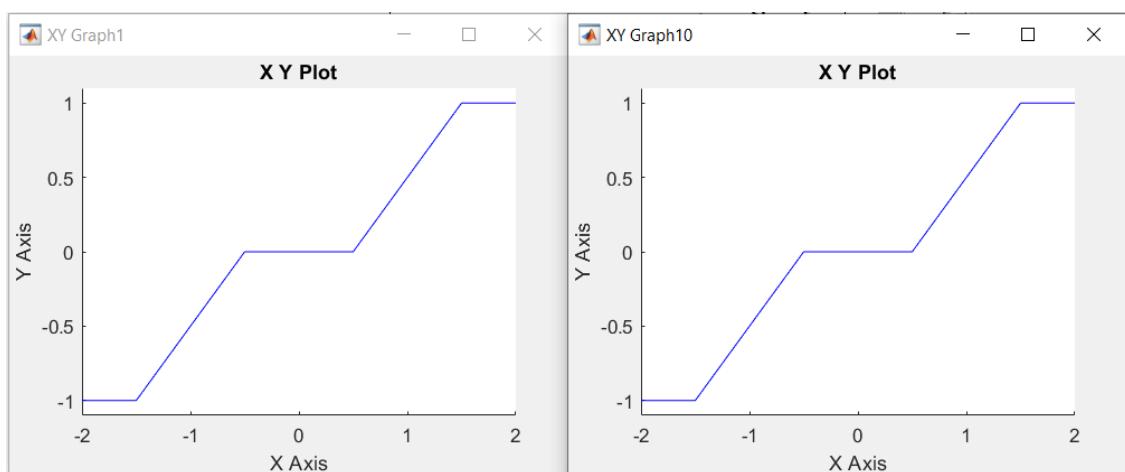


Рисунок 8 – Вход-выходная зависимость

Как видим результат сходится, вход-выходная зависимость идентична. Рассмотрим выходную характеристику на рисунке 5, как видим она идентична.

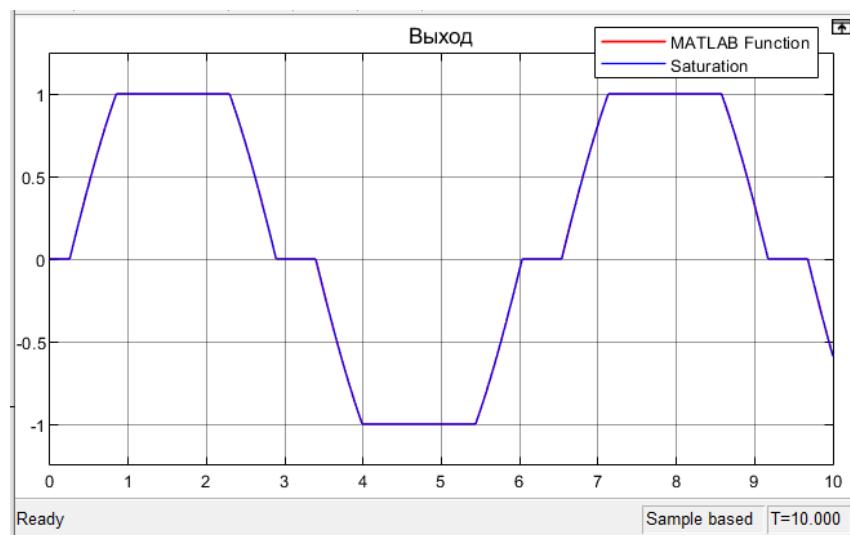


Рисунок 5 – Выход системы с нелинейностью

2.1) Выполняем действия, для заданной нелинейности типа «Реле с гистерезисом».

Реле с гистерезисом		$\begin{cases} x_{\text{вых}} = C, & x_{\text{вх}} \geq b \\ x_{\text{вых}} = -C, & x_{\text{вх}} \leq b \end{cases} \quad \text{при } \dot{x}_{\text{вх}} > 0;$ $\begin{cases} x_{\text{вых}} = C, & x_{\text{вх}} \geq -b \\ x_{\text{вых}} = -C, & x_{\text{вх}} \leq -b \end{cases} \quad \text{при } \dot{x}_{\text{вх}} < 0,$
---------------------	--	---

Код, записанный в блок приведен ниже. Собранная модель в Simulink для проверки результата приведена на рисунке 6. Результат будем сравнивать с готовым блоком реле, выставленные параметры которого приведены на рисунке 7.

```
function y = fcn(u)
persistent u2
c=2;
b=0.6;
y=-c;
if isempty(u2)
u2 = 0;
end
```

```

if u>u2
    if u>=b
        y=c;
    end
    if u<b
        y=-c;
    end
u2 = u;
end
if u<u2
    if u>-b
        y=c;
    end
    if u<=-b
        y=-c;
    end
u2 = u;
end

```

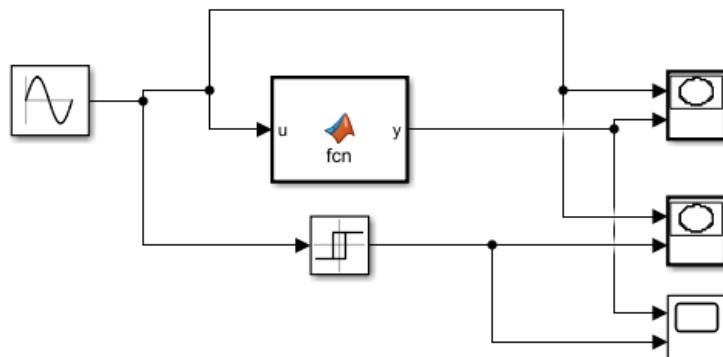


Рисунок 6 – Модель для проверки результата

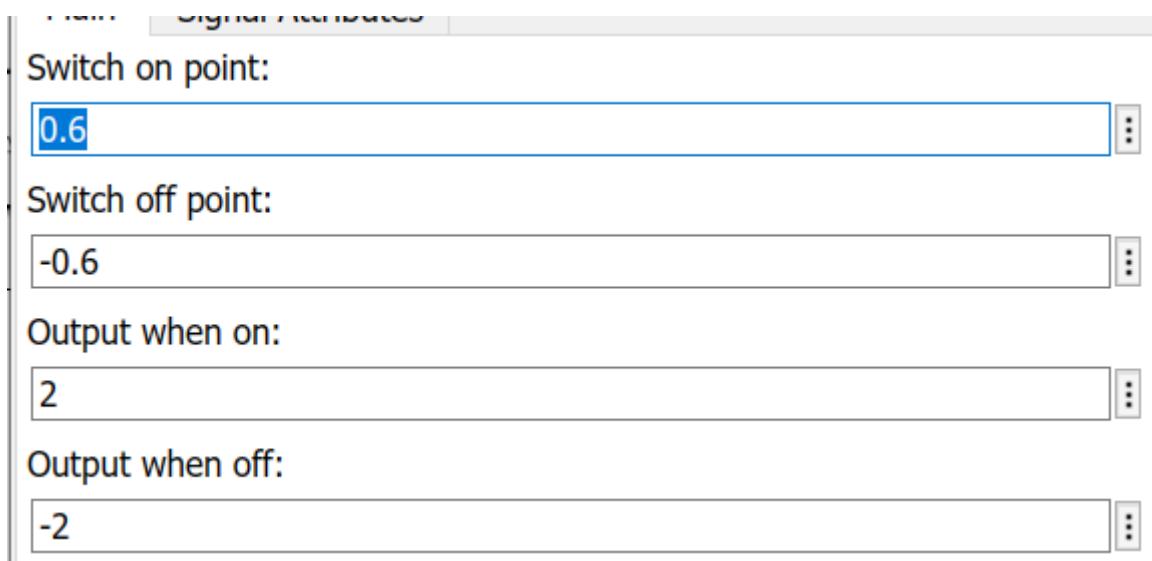


Рисунок 7 – Параметры блока Relay

Сравнение вход-выходных зависимостей приведено на рисунке 8. Как можно заметить результат сходится, вход-выходная зависимость идентична.

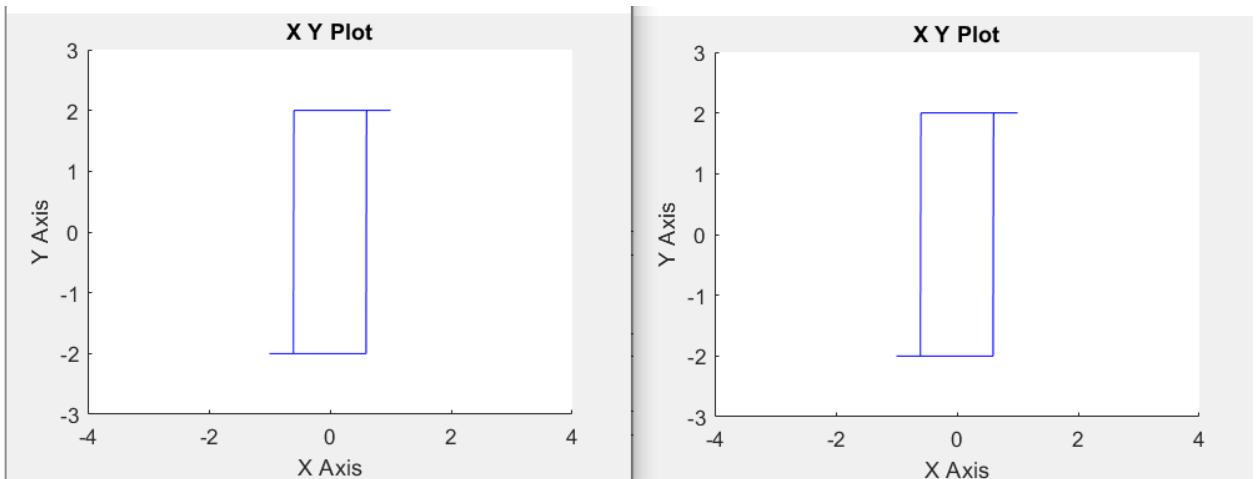


Рисунок 8 – Вход-выходная зависимость

Как видим результат сходится, вход-выходная зависимость одинаковая.

Рассмотрим выходную характеристику на рисунке 9.

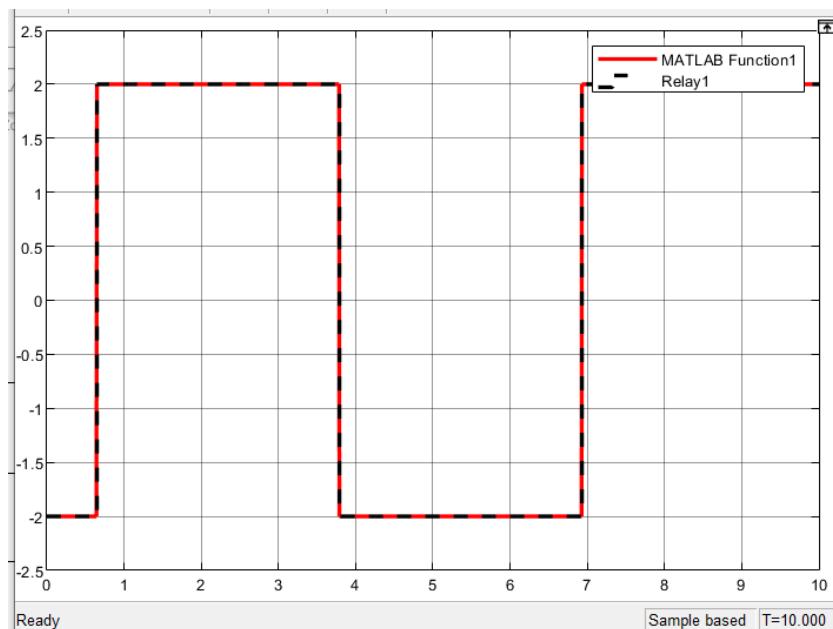


Рисунок 9 – Выход системы с нелинейностью

2.2) Выполняем действия для заданной нелинейности: «Трехпозиционное реле с гистерезисом». Код, записанный в блок Matlab function приведен ниже.

```
function y = fcn(u)
persistent u2
C=5;
b1=0.5;
b2 = 1;
y=-C;
if isempty(u2)
u2 = 0.1;
```

```

end
if u>u2
    if u>=b2
        y=C;
    end
    if (u>=-b1) && (u<=b2)
        y=0;
    end
    if u<=-b1
        y=-C;
    end
end
u2 = u;
end
if u<u2
    if u>=b1
        y=C;
    end
    if (u>=-b2) && (u<=b1)
        y=0;
    end
    if u<=-b2
        y=-C;
    end
end
u2 = u;
end

```

Собранная модель в Simulink для проверки результата приведена на рис. 10. Результат будем сравнивать с готовыми блоками реле, выставленные параметры которых приведены на рисунке 11.

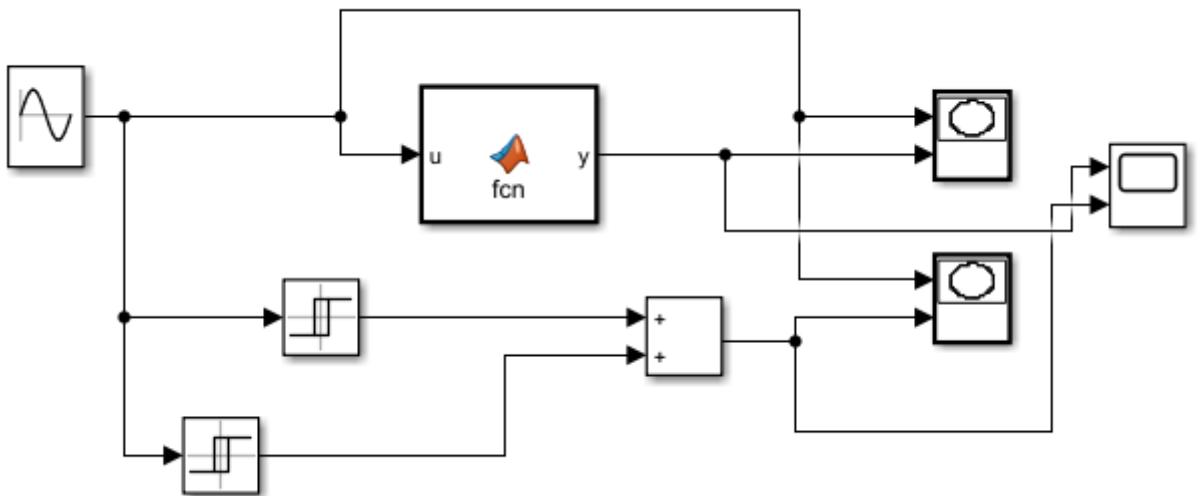


Рисунок 10 – Модель для проверки результата

Switch on point:	<input type="text" value="2"/>
Switch off point:	<input type="text" value="1"/>
Output when on:	<input type="text" value="3"/>
Output when off:	<input type="text" value="-3"/>
Switch on point:	<input type="text" value="-1"/>
Switch off point:	<input type="text" value="-2"/>
Output when on:	<input type="text" value="3"/>
Output when off:	<input type="text" value="-3"/>

Рисунок 11 – Параметры блоков Relay

Сравнение вход-выходных зависимостей приведено на рисунке 12. Как можно заметить результат сходится, вход-выходная зависимость идентична.

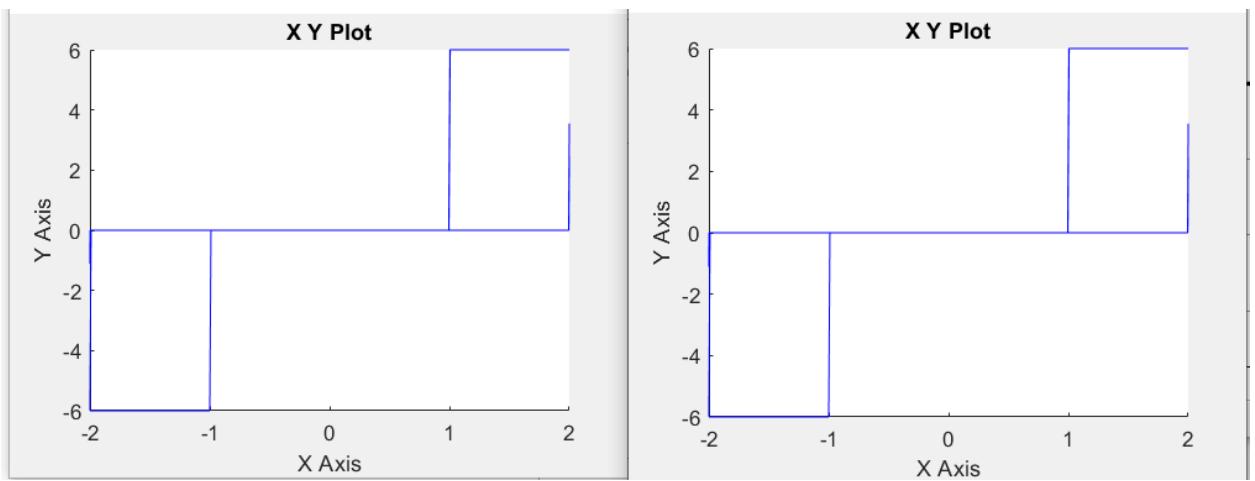


Рисунок 12 – Вход-выходная зависимость

Как видим результат сходится, вход-выходная зависимость идентична. Рассмотрим выходную характеристику на рисунке 13, как видим она идентична.

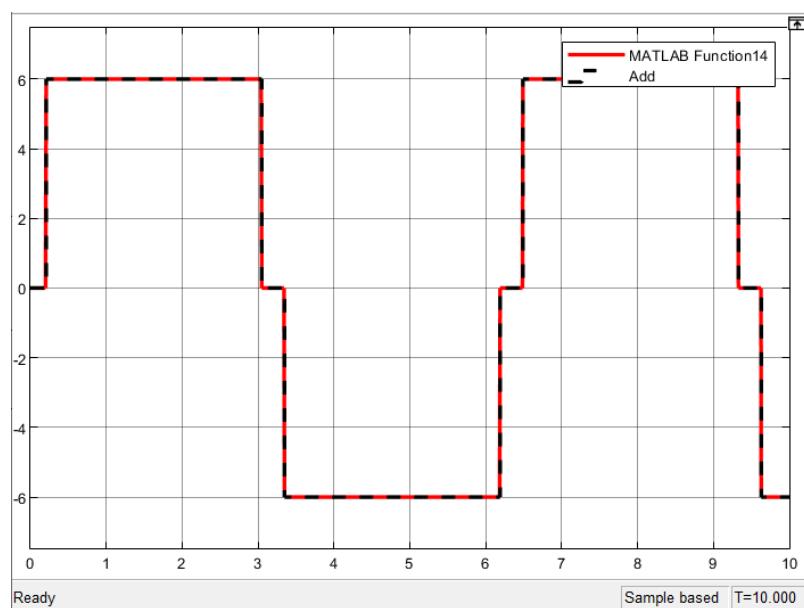


Рисунок 13 – Сравнение выходов

3) Необходимо задать математическое описание для нетиповой нелинейности (рис. 14) используя блок Matlab function в Simulink.

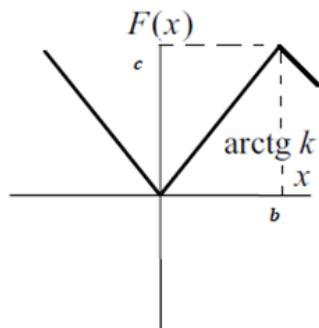


Рисунок 14 – Заданная нетиповая нелинейность

Разработанный код, записанный в блок приведен ниже.

```
function y = fcn(u)
c=4;
b=2;
k = c/b;
y=0;
if u<=0
    y=-k*u;
end
if u>0
    y=k*u;
end

if u>=b
    y=-k*u+2*c;
end
end
```

Собранная модель в Simulink для проверки результата приведена на рисунке 15. Результат приведен на рисунке 16.

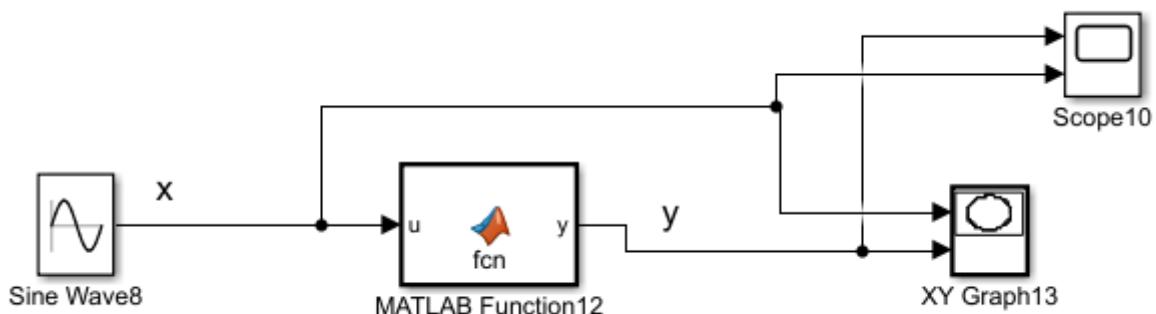


Рисунок 15 – Модель для проверки результата

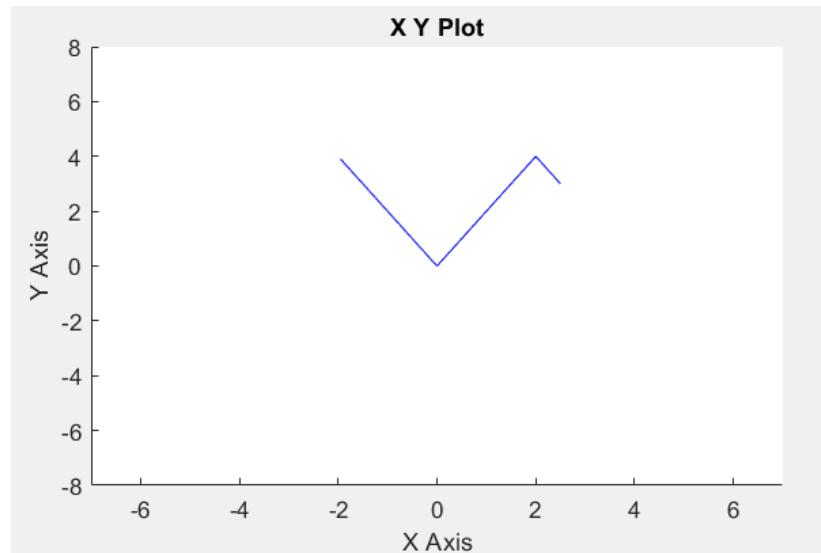


Рисунок 16 – Вход-выходная зависимость

Как можно заметить, полученный результат идентичен с тем, что было задано изначально на рисунке 14.

ВЫВОД

Проведено исследование типовых нелинейностей (статических и динамических) применяя пакет MatLab Simulink. Задано математическое описание для нетиповой нелинейности, проведено моделирование и сравнение с исходной нелинейностью.

Полученные результаты позволяют сказать о равнозначности описания нелинейности используя блок Matlab function и использования стандартных блоков нелинейностей из библиотеки в Simulink.