

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 28.01.2022 10:51:41
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d55e31c11eabb175e945d14246511a56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра теоретической механики и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по учебной работе
Е.А. Кудряшов



« 28 » Января 2012 г.

Лабораторная работа № 8

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И КАЧЕСТВА НЕЛИНЕЙНОЙ САУ С ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов специальности 220401.65 Мехатроника; направлений 220200.62 Автоматизация и управление и 221000.62 Мехатроника и робототехника

УДК 621.(076.1)

Составители: Лушников Б.В., Яцун С.Ф.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.Я.Мищенко*

Исследование устойчивости и качества нелинейной САУ с ПИД-регулятором: методические указания к выполнению лабораторной работы / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: Б.В. Лушников, С.Ф.Яцун; Курск, 2011. 13 с., ил. 10, табл.1. Библиогр.: с.13.

Методические указания содержат краткие теоретические сведения из курса теории автоматического управления, необходимые для выполнения лабораторной работы, а также иллюстрированные примеры выполнения, варианты заданий и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначены для студентов направлений 220200.62 Автоматизация и управление, 221000.62 Мехатроника и робототехника и для студентов специальности 220401.65 Мехатроника всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16 .Усл.печ.л. .

Уч.-изд.л. .Тираж 20 экз. Заказ .Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Лабораторная работа №8

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И КАЧЕСТВА НЕЛИНЕЙНОЙ САУ С ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

Цель работы:

1. Исследование влияния параметров нелинейности на устойчивость и качество САУ;
2. Выбор значений параметров регулятора, обеспечивающих желаемые динамические свойства нелинейной САУ;
3. Подтверждение (путем моделирования) того, что в результате введения корректирующего устройства (регулятора) САУ приобрела желаемые свойства.

Объект исследования: нелинейная система автоматического управления.

Аппаратные средства: виртуальная лаборатория на ЭВМ IBM PC, программный пакет «MATLAB».

Краткие теоретические сведения

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

Нелинейными могут быть системы с переменными параметрами, с распределёнными параметрами, с запаздыванием, импульсные и цифровые системы, если в них где-либо нарушается линейность уравнений динамики.

В данной лабораторной работе проводится исследование нелинейности (рис.1), реализуемой с помощью двух звеньев: звена с зоной насыщения (ограничителя) и звена с зоной нечувствительности.

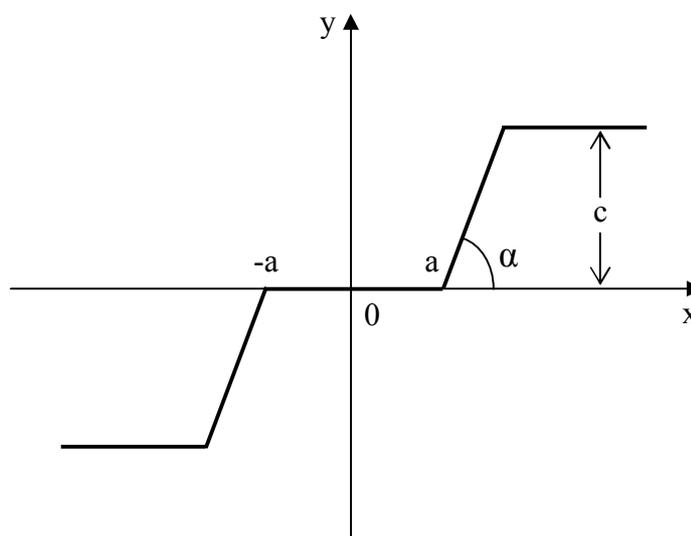


Рис.1 Характеристика нелинейности, исследуемой в работе

Нелинейность, изображённая на рис.1, может быть приближенно заменена кусочно-линейными характеристиками (рис.2, рис.3).

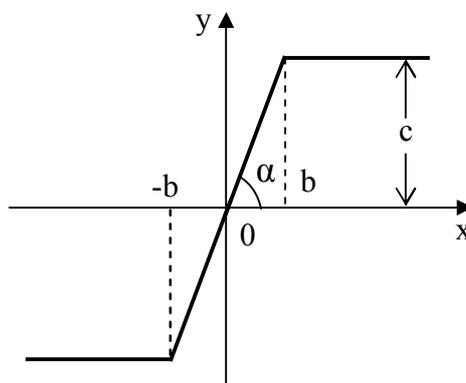


Рис.2 Кусочно-линейная характеристика ограничителя (зоны насыщения)

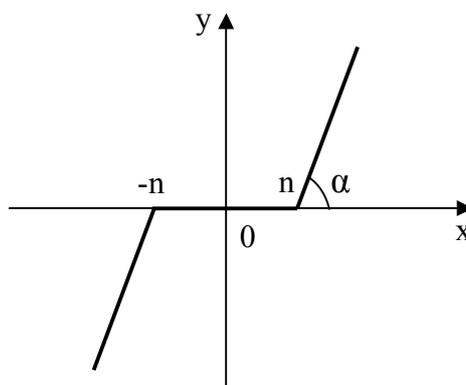


Рис.3 Кусочно-линейная характеристика зоны нечувствительности

Зона нечувствительности n (на примере электродвигателя) выражается в том, что электрический двигатель имеет определённый минимальный ток трогания ($i=n$), до достижения которого вал двигателя будет неподвижен. В гидравлическом же двигателе золотник имеет так называемую зону перекрытия (его поршеньёк немного шире отверстия, им закрываемого), вследствие чего он откроет путь рабочей жидкости в цилиндр двигателя, только переместившись на некоторую величину $x=n$. Аналогично и в случае пневмодвигателя, где роль золотника играет заслонка.

Зона насыщения обнаруживается в том, что при увеличении тока в приводе управляющего органа сверх некоторого значения $i=b$ скорость перемещения управляющего органа остаётся постоянной; также и для гидравлического двигателя, когда окна золотника полностью открыты.

В программном пакете MATLAB нелинейные зависимости реализуются соответствующими блоками библиотеки Discontinuities (блоки нелинейных элементов). Рассмотрим некоторые из них.

Ограничитель.

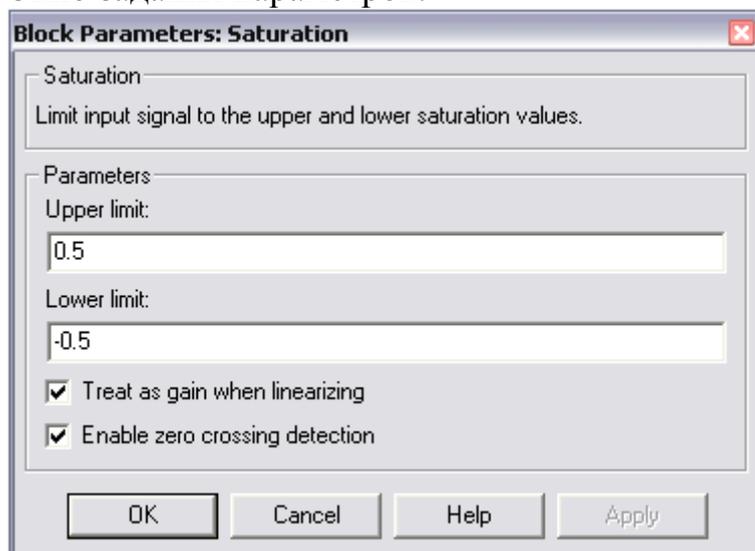
Пиктограмма:



Saturation

Назначение: выполняет ограничение величины сигнала.

Окно задания параметров:



Параметры блока:

Upper limit – верхний порог ограничения;*Lower limit* – нижний порог ограничения;

Treat as gain when linearizing – трактовать как усилитель при линеаризации. При выполнении линеаризации блок заменяется усилителем с коэффициентом передачи, равным единице.

Enable zero crossing detection – фиксировать прохождение сигнала через нулевой уровень.

Выходной сигнал блока равен входному, если его величина не выходит за порог ограничения. По достижении входным сигналом уровня ограничения выходной сигнал блока перестаёт изменяться и остаётся равным порогу.

Рисунок 4 демонстрирует работу блока с синусоидальным сигналом.

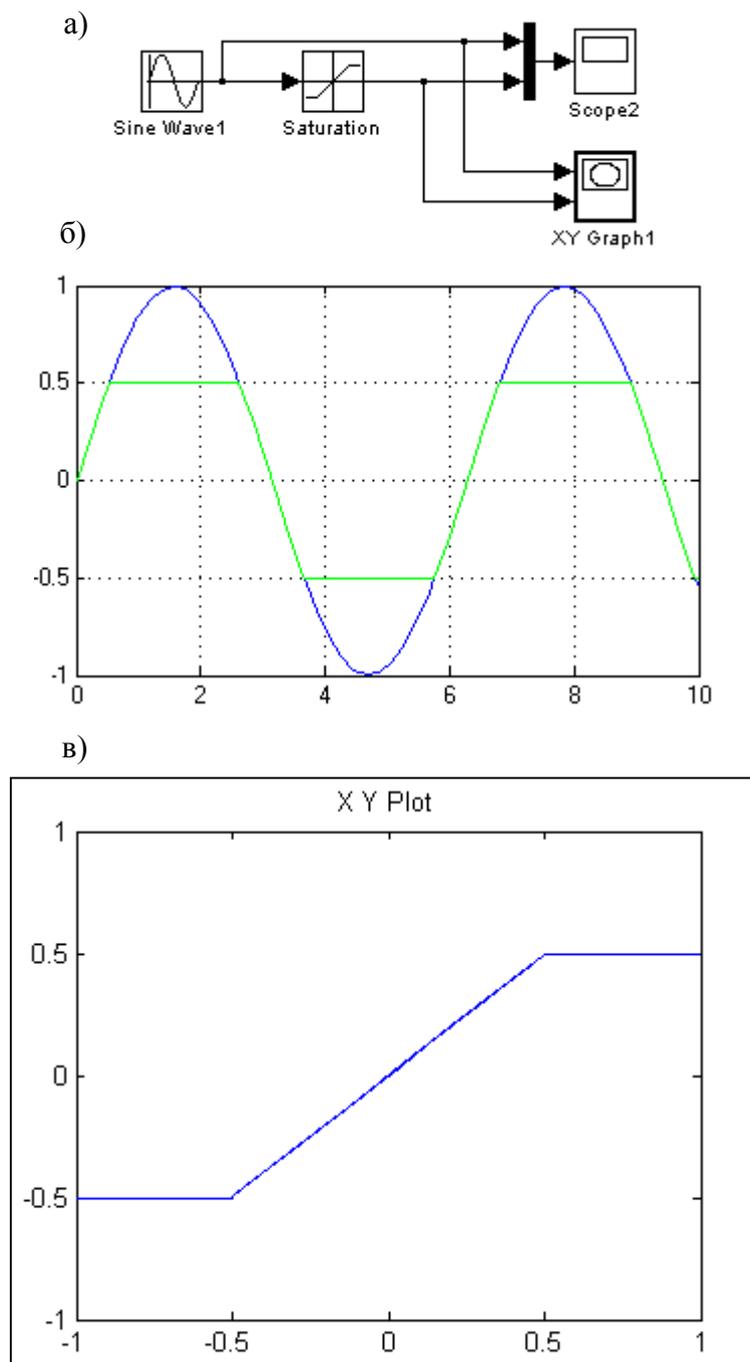


Рис.4 Работа блока Saturation (ограничитель):
 а – схема реализации нелинейности типа «зона насыщения»;
 б – временные диаграммы сигналов;
 в – зависимость выходного сигнала блока от входного

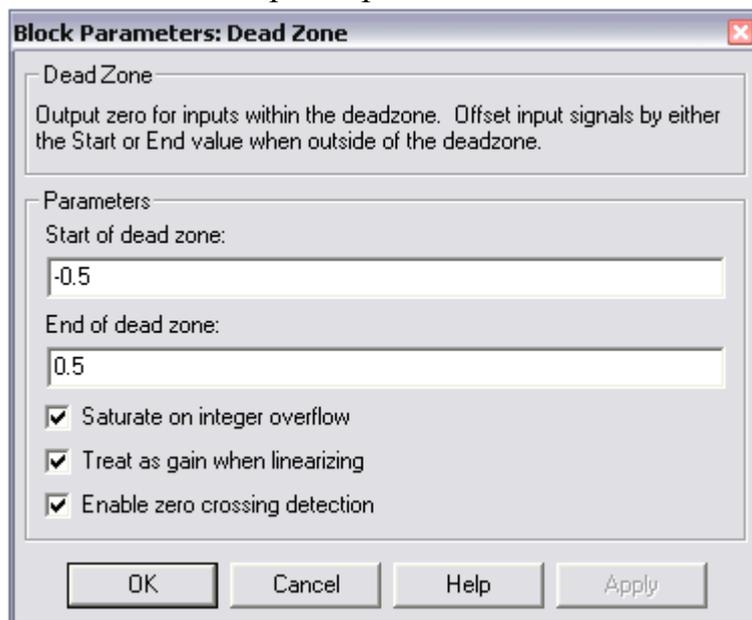
Зона нечувствительности.

Пиктограмма:



Назначение: реализует нелинейную зависимость типа «зона нечувствительности».

Окно задания параметров:



Параметры блока:

Start of dead zone – начало зоны нечувствительности (нижний порог);

End of dead zone – конец зоны нечувствительности (верхний порог);

Saturate on integer overflow – подавлять переполнение целого. При выставленном флажке ограничение сигналов целого типа выполняется корректно.

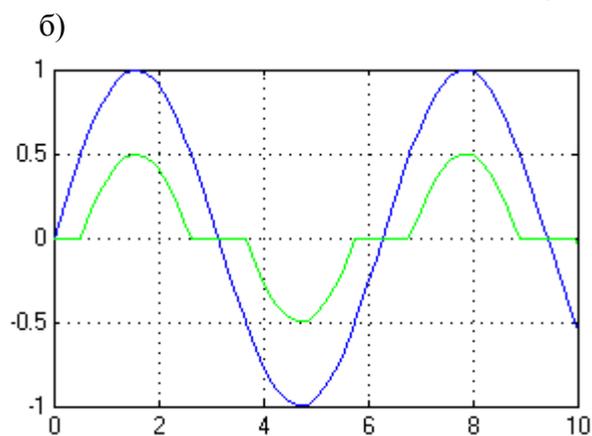
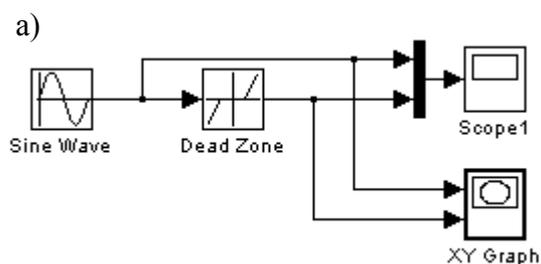
Treat as gain when linearizing – трактовать как усилитель при линеаризации. При выполнении линеаризации блок заменяется усилителем с коэффициентом передачи, равным единице.

Enable zero crossing detection – фиксировать прохождение сигнала через нулевой уровень.

Выходной сигнал блока вычисляется в соответствии со следующим алгоритмом:

- если величина входного сигнала находится в пределах зоны нечувствительности, то выходной сигнал блока равен нулю;
- если входной сигнал больше или равен верхнему входному порогу зоны нечувствительности, то выходной сигнал равен входному минус величина порога;
- если входной сигнал меньше или равен нижнему входному порогу зоны нечувствительности, то выходной сигнал равен входному плюс величина порога.

Рисунок 5 демонстрирует работу блока с синусоидальным сигналом.



в)

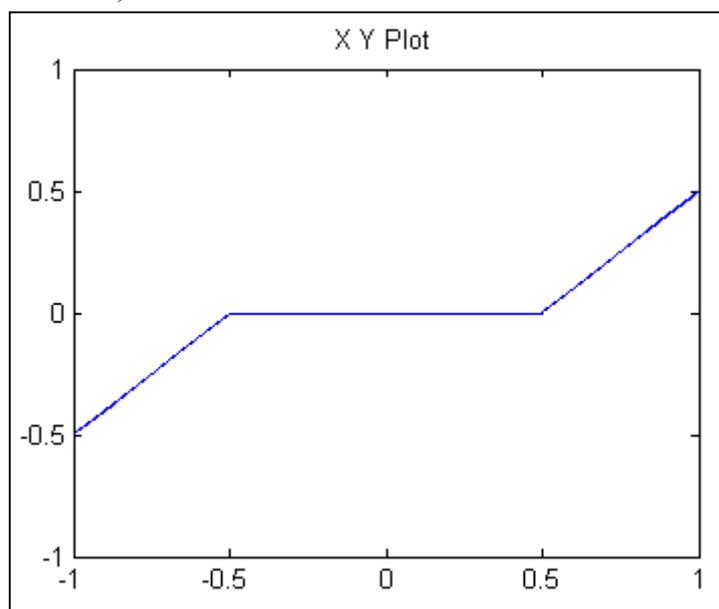


Рис.5 Работа блока Dead Zone (зона нечувствительности):
 а – схема реализации нелинейности типа «зона нечувствительности»;
 б – временные диаграммы сигналов;
 в – зависимость выходного сигнала блока от входного

Последовательное соединение двух блоков даст результат, изображённый на рисунке 6.

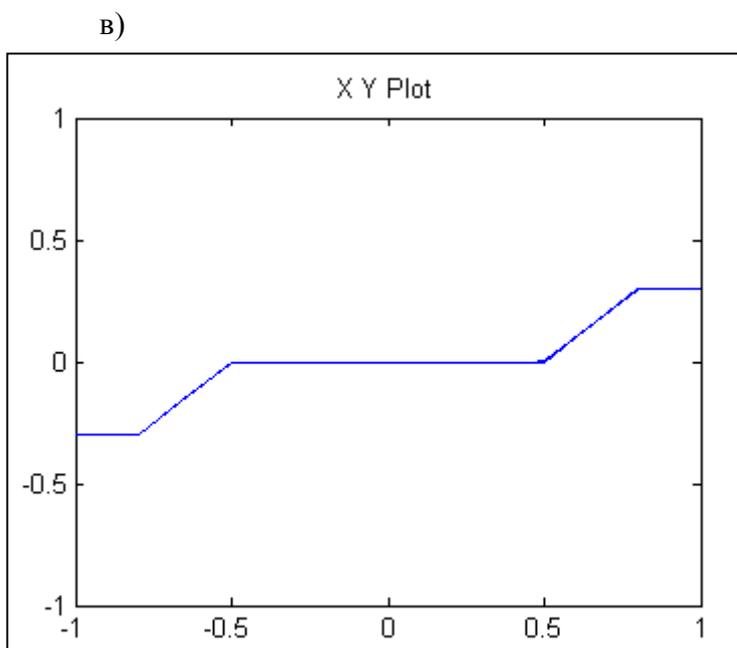
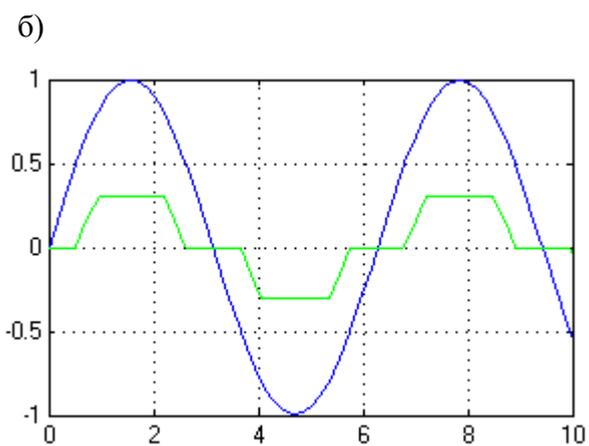
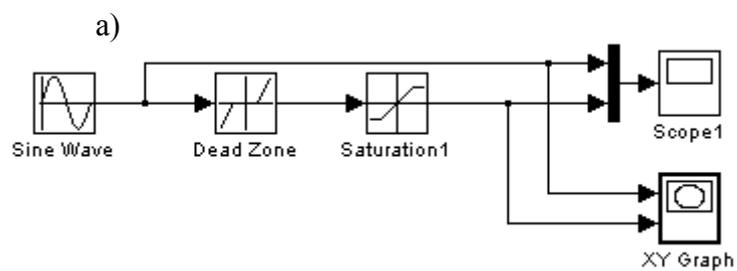


Рис.6 Работа блоков Dead Zone и Saturation, соединённых последовательно:

а – схема соединения;

б – временные диаграммы сигналов;

в – зависимость выходного сигнала блока от входного

Порядок выполнения лабораторной работы

Исходные данные:

<i>Параметры</i>	
k_0	2
T	0,4
ξ	0,7
$t_{рег} c \leq$	1,5
$\sigma, \% \leq$	10

Передаточная функция исследуемой системы имеет вид:

$$W(p) = \frac{k_0}{T^2 p^2 + 2T\xi p + 1}$$

1. Изучение влияния параметров нелинейности на САУ

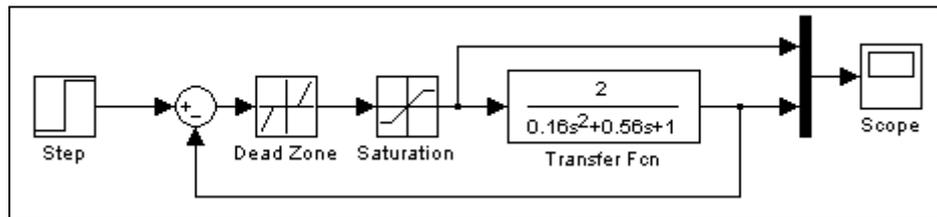


Рис.7 Математическая модель САУ с нелинейностью

При ширине зоны нечувствительности $n=0,5$ и ограничителе $b=0,3$ получаем следующие результаты:

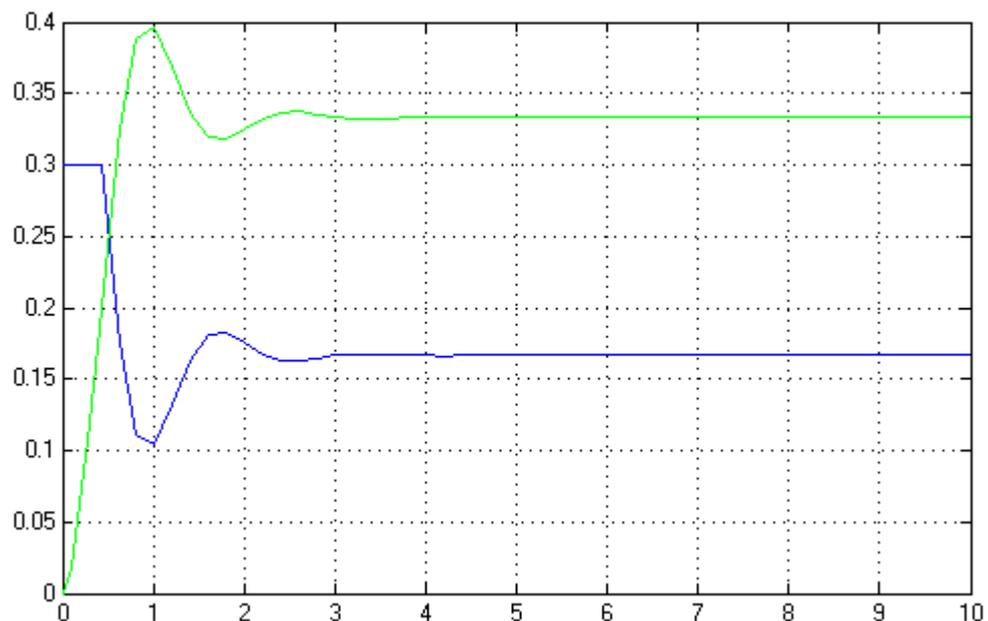
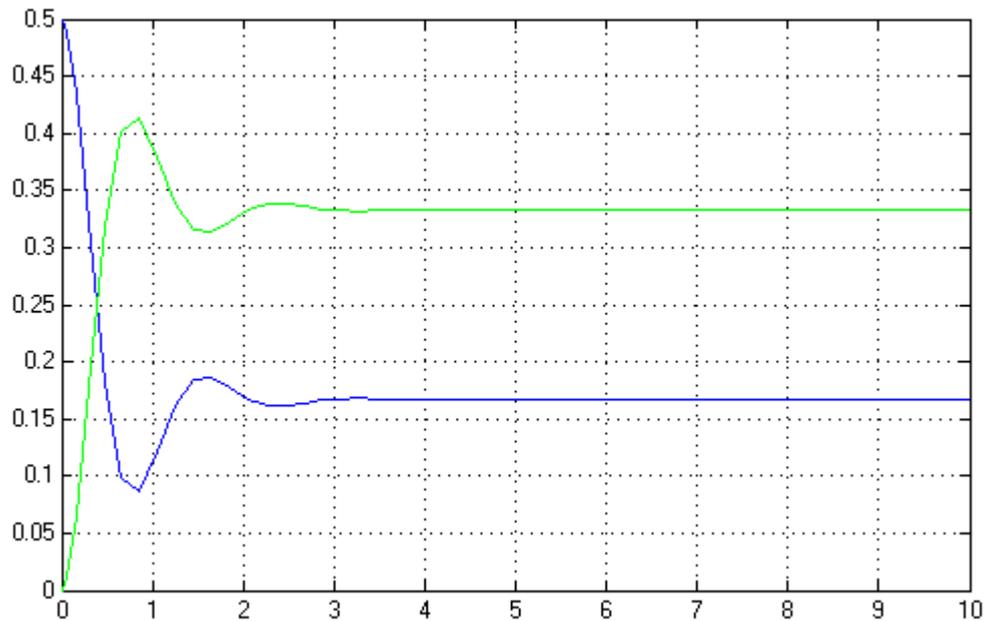


Рис.8 Характеристика переходного процесса при $n=0,5$ и $b=0,3$

При увеличении значения ограничителя b до $0,7$ получим следующую зависимость:

Рис.9 Характеристика переходного процесса при $n=0,5$ и $b=0,7$

2. Подключение ПИД-регулятора и подбор оптимальных коэффициентов регулирования.

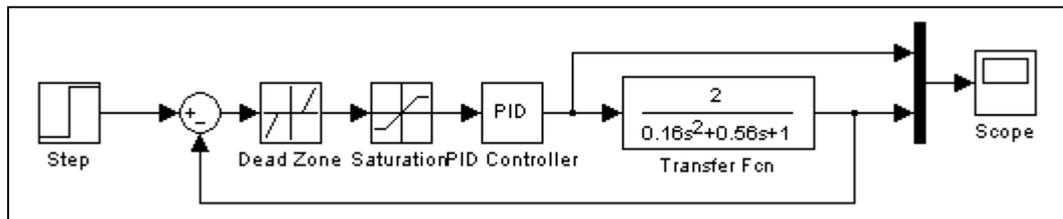


Рис.9 Модель системы с ПИД-регулятором

Подбор оптимальных коэффициентов осуществляется с помощью NCD-блока (см. методические указания к л/р №7).

Переходный процесс системы удовлетворяет заданным параметрам регулирования при $k_P=9,1199$; $k_I=1,9305$; $k_D=1,6925$.

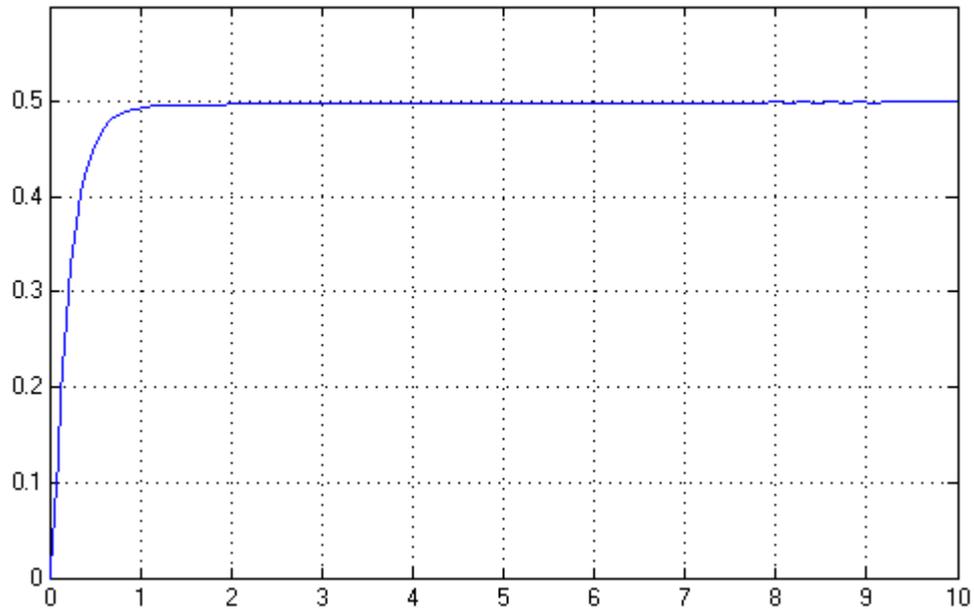


Рис.10 Характеристика САУ с подобранными коэффициентами регулирования

Таким образом, используя программные средства пакета MATLAB, были подобраны оптимальные динамические параметры передаточной характеристики нелинейной САУ, удовлетворяющие заданным условиям.

ПОРЯДОК И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. При исследовании рассмотренного *способа коррекции динамических свойств* САУ в качестве исходных данных выступают передаточная функция $W(p)$ неизменяемой части системы вида

$$W(p) = \frac{K_0}{T^2 p^2 + 2T\xi p + 1}$$

Задающее воздействие $g(t) = 1(t)$.

2. В процессе выполнения данной части работы студенты должны:

- 1) ознакомиться с основными видами нелинейностей САУ;
- 2) исследовать влияние параметров нелинейностей на качество САУ и вид выходного сигнала;
- 3) найти с помощью NCD-блока пакета MATLAB оптимальные коэффициенты регулирования $k_{п}$, $k_{и}$, $k_{д}$;
- 4) выполнить проверку полученных значений применительно к своей математической модели САУ.

3. Сделать вывод о проделанной работе и её результатах.

Таблица 1

<i>№ вар.</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>К_о</i>	1	4	3	4	5	6	7	8	6	5	7
<i>T, с</i>	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,5	0,6	0,3
<i>ξ</i>	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
<i>t_{уст}, с ≤</i>	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0	2,5	3	3
<i>σ, % ≤</i>	0	10	10	5	5	5	0	0	5	10	0

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.
2. Структурные схемы исследуемых систем.
3. Полученные графики и характеристики.
4. Расчётная часть.
5. Основные выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения / Дьяконов В. П. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 768 с. – (Серия «Полное руководство пользователя»).
2. SIMULINK: среда создания инженерных приложений / Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потёмкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003.-496 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования - М.: Наука, 2008.