

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 №6 на тему:
«Синтез регуляторов линейных систем»

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

Изучение методов синтеза регуляторов для линейной непрерывной системы с помощью среды MATLAB.

Порядок выполнения работы

1. Ввести в новом m-файле передаточную функцию $W_0(S)$ в соответствии с вариантом как объект tf;
2. Запустить SISO Design Tool и загрузить данные из рабочего пространства. Для этого в командном окне необходимо ввести команду `sisotool(W_0)`;
3. Оценить переходной процесс для заданной системы (без изменения коэффициента усиления);
4. Исследовать динамику замкнутой системы при различных значениях коэффициента усиления k ;
5. Реализовать в m-файле или командном окне описание ПД-регулятора с учетом его физической реализуемости;
6. Добавить на корневой годограф ограничения по времени переходного процесса и перерегулирования, как это было сделано ранее;
7. Открыть меню Design - Edit Compensator и в поле Compensator Editor получить описание ПД-регулятора, занести его в отчет;
8. Графики переходной характеристики и сигнала регулирования наблюдать в окне LTI Viewer for SISO Design Task, открываемом по команде меню Analysis - Response to Step Command;
9. Скопировать графики в отчет;

Исходные данные

T	T_1	k
0.5	0.8	1

Исходные данные ПД-регулятора:

T_p	T_a	T_d
1	1	10

Ход работы

Система управления, используемая в данной лабораторной работе представлена на рисунке ниже (Рис. 1):

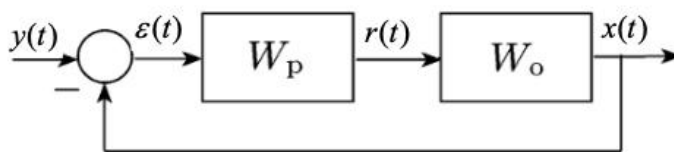


Рис. 1 - Структурная схема системы управления

А сам объект регулирования или управления описывается передаточной функцией разомкнутой системы:

$$W_0(s) = \frac{k}{s(T_1s + 1)(Ts + 1)} = \frac{k}{TT_1s^3 + (T + T_1)s^2 + s}$$

Для начала построим корневой годограф объекта управления, с учетом исходных данных (Рис. 2).

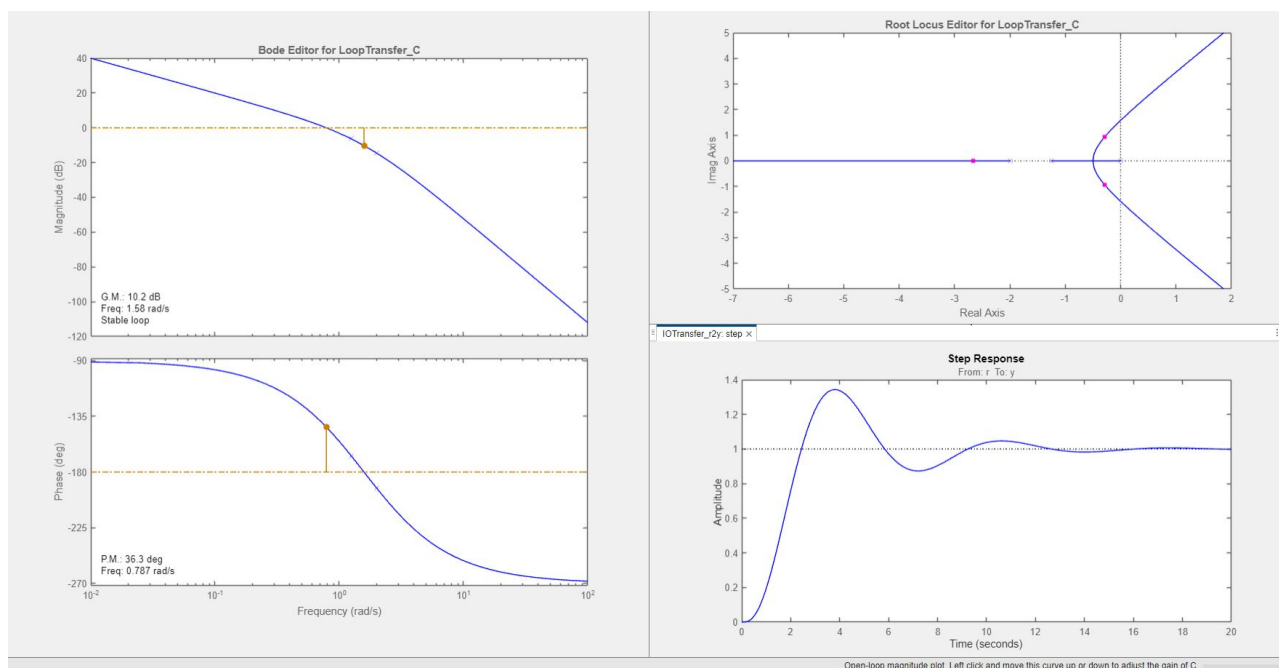


Рис. 2 - Корневой годограф объекта управления

Теперь оценим переходной процесс заданной системы. Соответственно:

1. Добавим время переходного процесса - 10 секунд

В результате появятся сектор с закрашенной правой частью. Если хотя бы один полюс системы попадет в эту область, то система будет работать медленнее заявленного времени (Рис. 3).

2. Добавим значение перерегулирования - 10 %

Перерегулируем систему так, чтобы все полюса находились вне закрашенной области (Рис. 5) и проведем анализ его переходной характеристики (Рис. 6):

1. Нанесем точки времени переходного процесса и пикового значения (Рис. 7);
2. Рассмотрим график сигнала регулирования (Рис. 8);

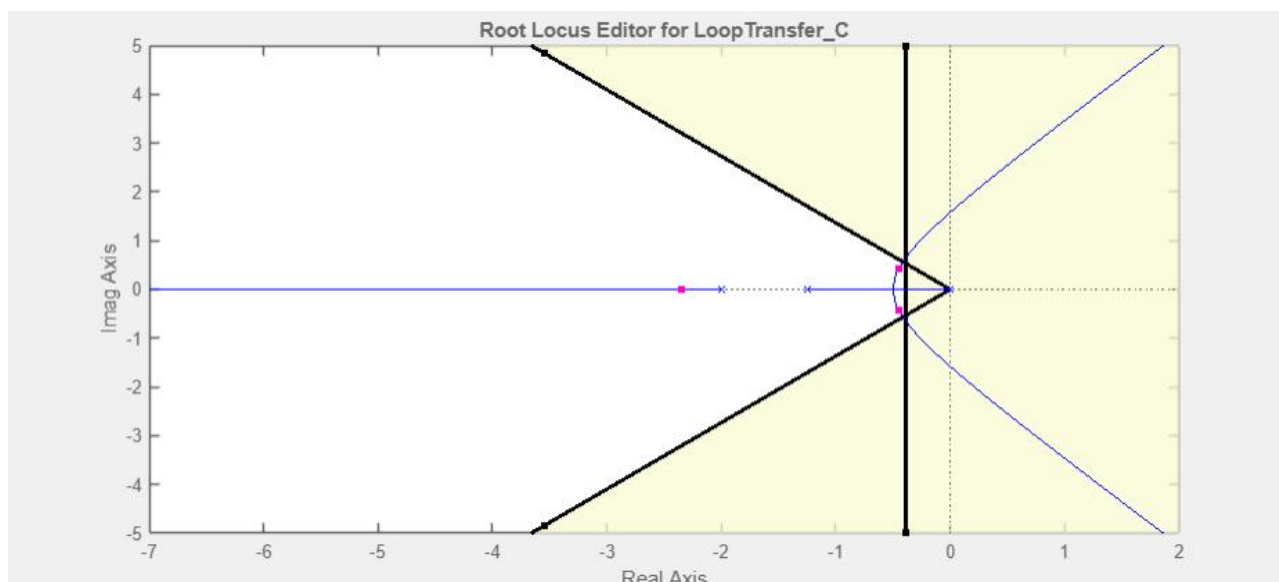


Рис. 5 - Перерегулирования система П-регулятора

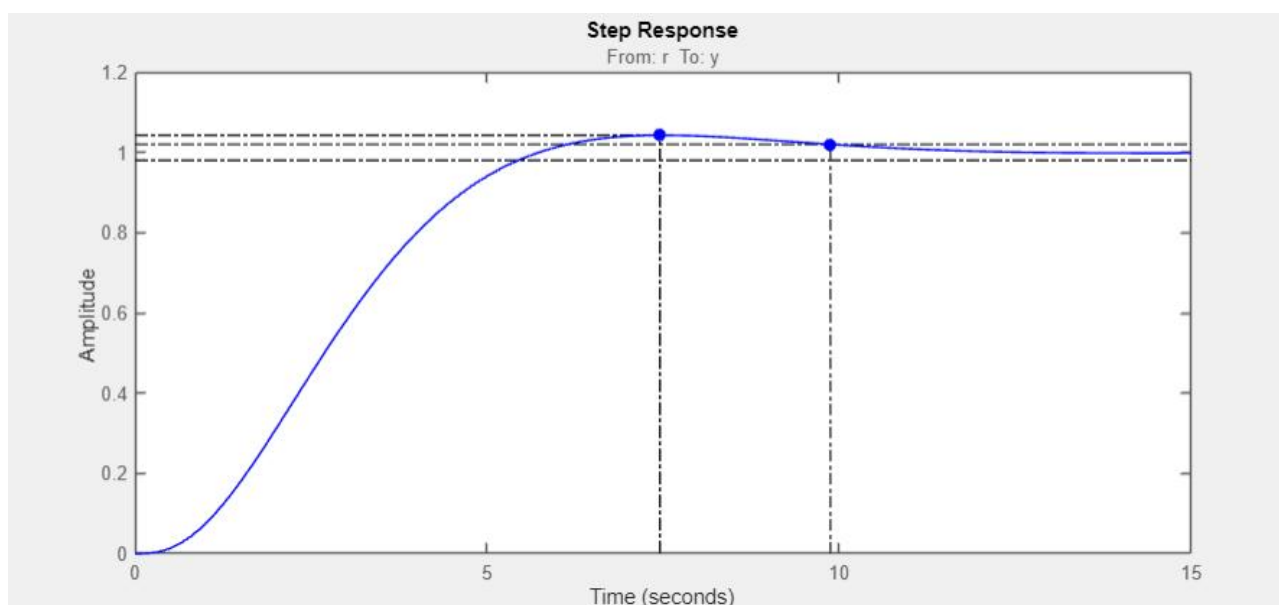


Рис. 6 - Переходная характеристика

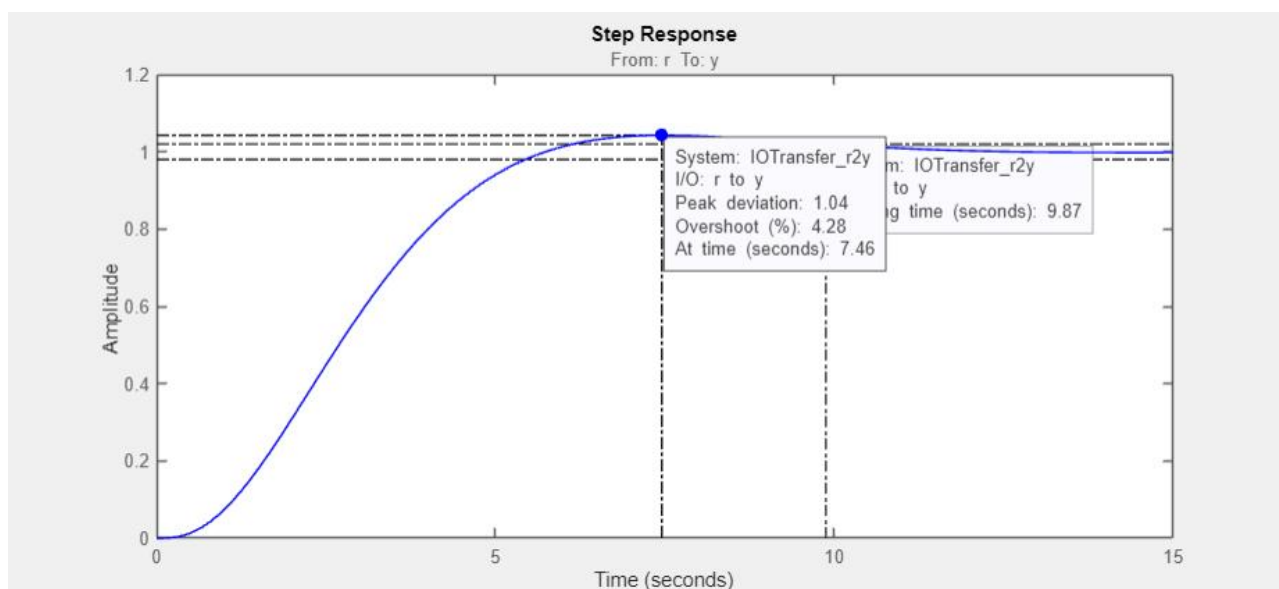


Рис. 7 - Точка пика и времени переходного процесса

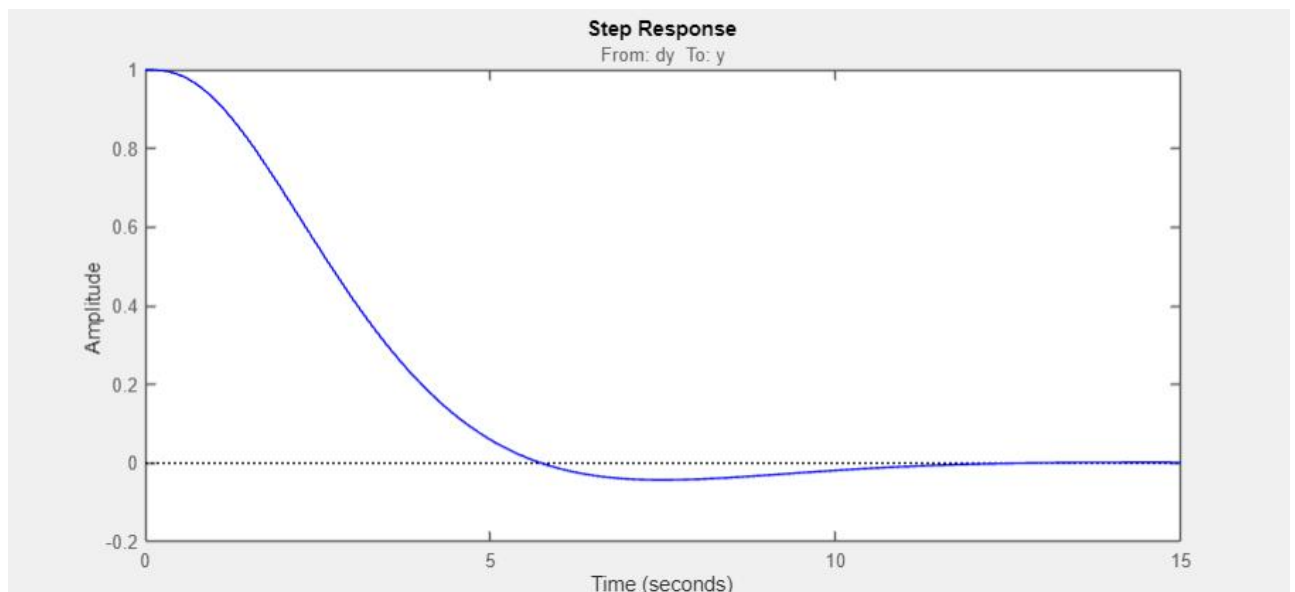


Рис. 8 - Сигнал перерегулирования

В итоге мы смогли получить систему, когда все полюса корневого годографа находятся вне закрашенной области, не усложняя структуру регулятора. То есть задача была решена и полученное значение является описанием (Рис. 9) П-регулятора.



Рис. 9 - Описание П-регулятора

Рассмотрим структуру ПД-регулятора (Рис. 10), передаточная функция которого имеет вид:

$$W_p(s) = \frac{(k_{\pi}T_A + T_D)s + k_{\pi}}{T_A s + 1}$$

Также наложим на него ограничения, аналогично П-регулятору, (Рис. 11) и проведем перерегулирование системы (Рис. 12)

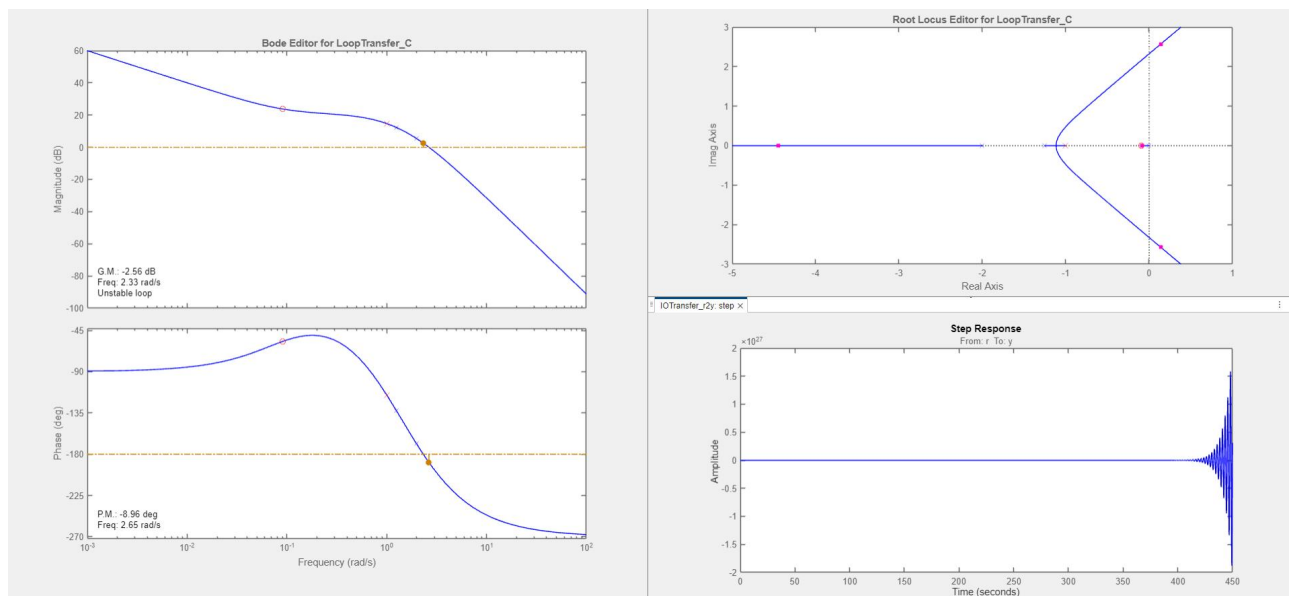


Рис. 10 - Корневой годограф для ПД-регулятора

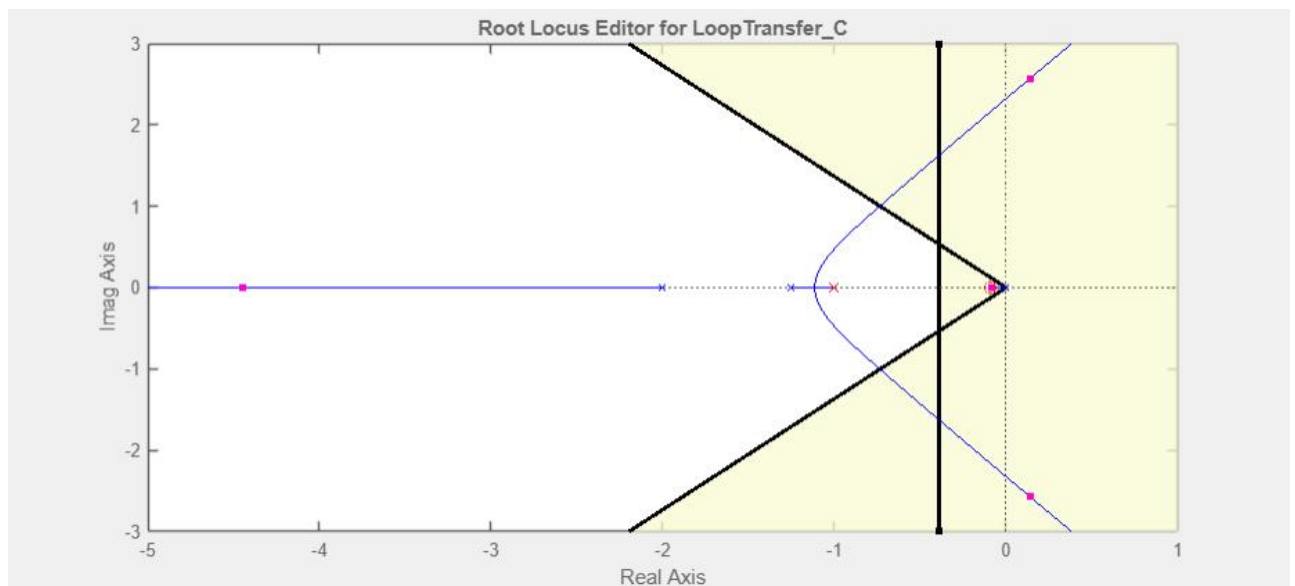


Рис. 11 - Корневой годограф для ПД-регулятора с ограничениями

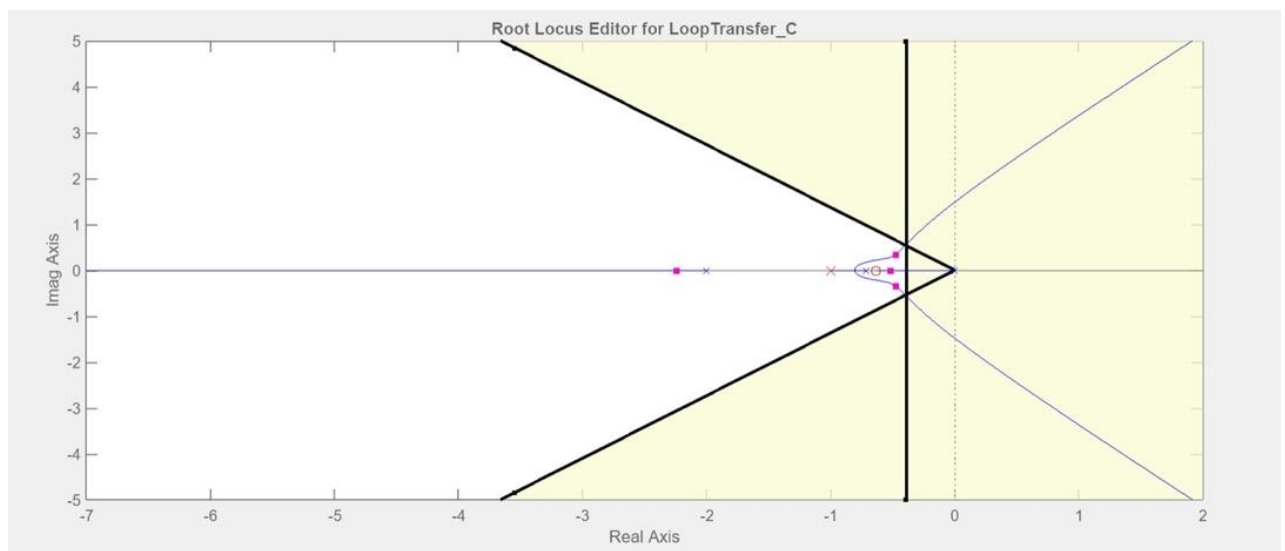


Рис. 12 - Перерегулированная система для ПД-регулятора

Проведем анализ его переходной характеристики (Рис. 13):

1. Нанесем точки времени переходного процесса и пикового значения (Рис. 14);
2. Рассмотрим график сигнала регулирования (Рис. 15);

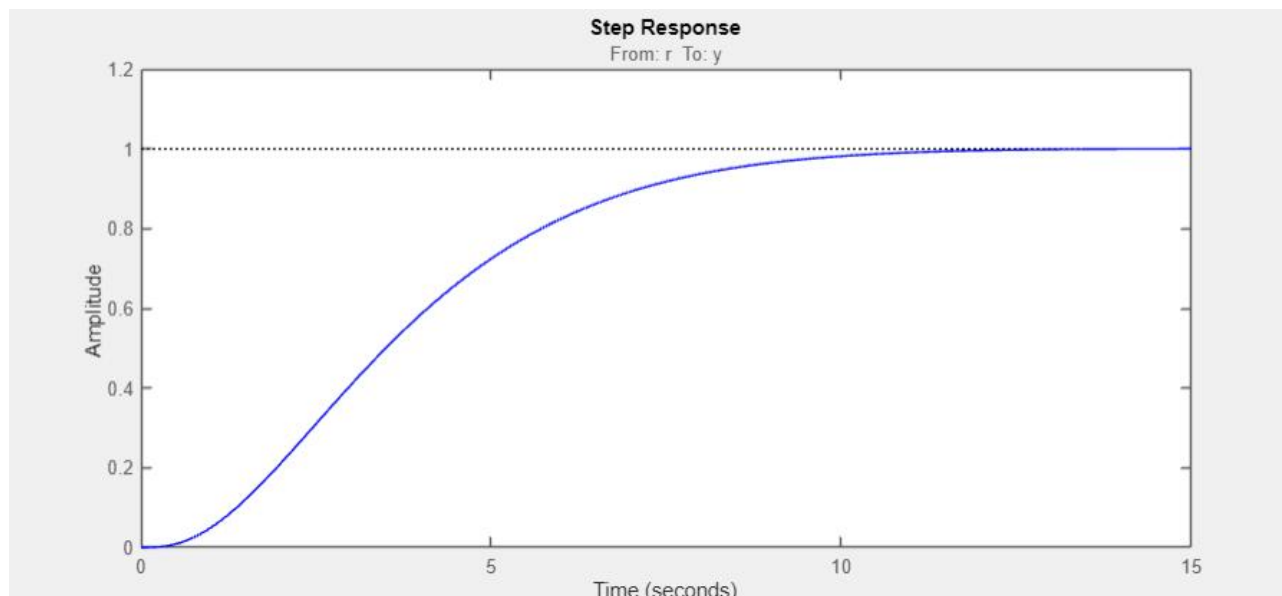


Рис. 13 - Переходная характеристика

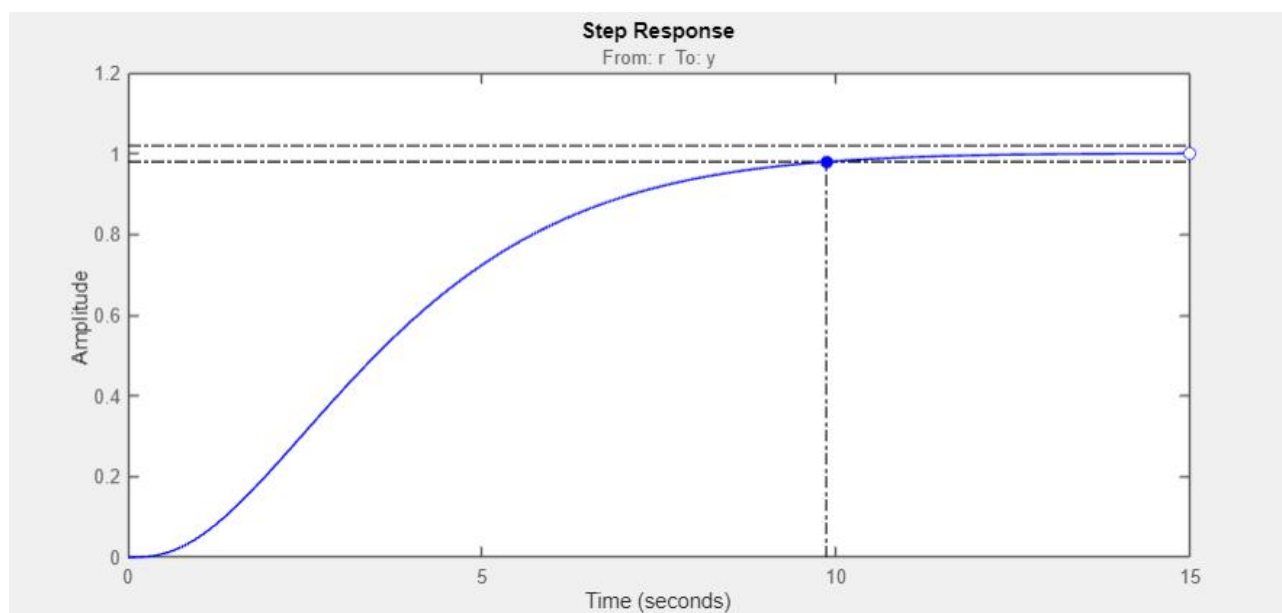


Рис. 14 - Точка пика и времени переходного процесса

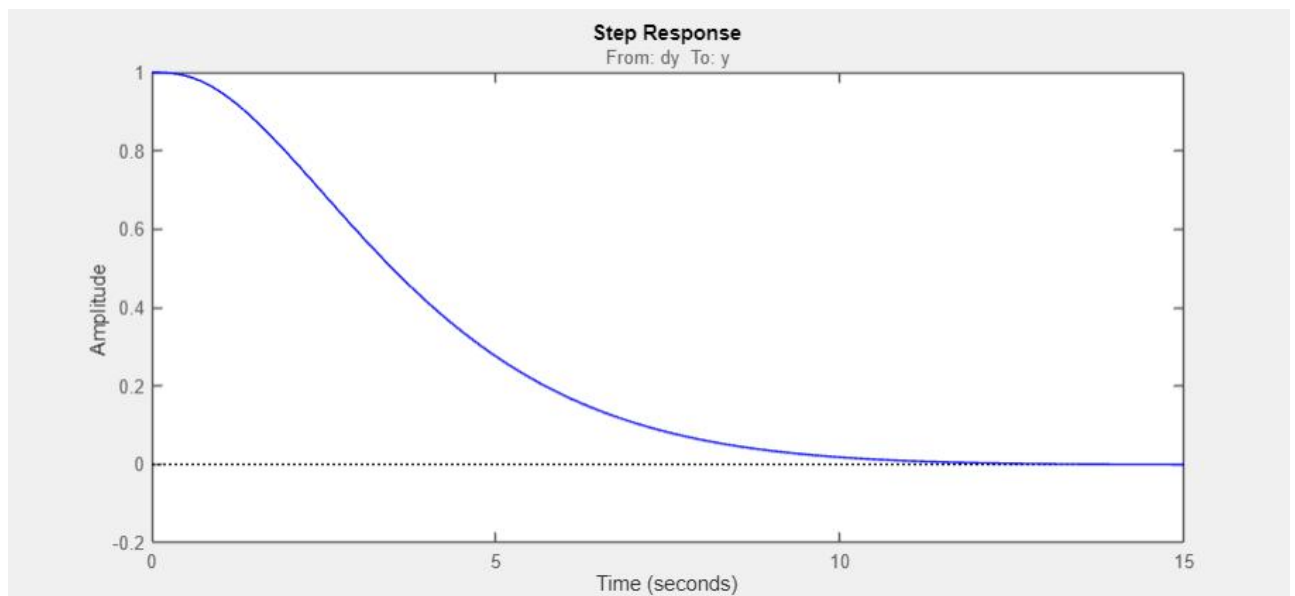


Рис. 15 - Сигнал перерегулирования

В итоге также получим описание ПД-регулятора (Рис. 16), который обеспечивает заданное качество переходного процесса объекта управления

Compensator

$$C \quad \downarrow = 0.2837 \times \frac{(1 + 1.6s)}{(1 + s)}$$

Рис. 16 - Описание ПД-регулятора

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы мы изучили методы синтеза регуляторов для линейной непрерывной системы с помощью среды MATLAB.

Изучили П- и ПД- регуляторы и получили их описание:

1. $C = 0.3411$

2. $C = 0.2837 \times \frac{1+0.8s}{1+s}$

Основное отличие которых состоит в реализации законов - пропорциональный и пропорционально-дифференциальный, для П- и ПД- соответственно.

Исследование заключалось в построении корневых годографов, графиков переходных процессов и нахождении коэффициента усиления (представлено выше), которые являлись искомым регулятором.

Листинг 1

Lab06_1.m:

```
k = 1;  
T = 0.5;  
T1 = 0.8;  
W0 = tf(k, [T*T1, T+T1, 1, 0]);  
sisotool(W0)
```

Листинг 2

Lab06_2.m:

```
k = 1;  
T = 0.5;  
T1 = 0.8;  
W0 = tf(k, [T*T1, T+T1, 1, 0]);  
  
kp = 1;  
Ta = 1;  
Td = 10;  
Wp = tf([kp*Ta+Td, kp], [Ta, 1]);  
  
sisotool(W0, Wp);
```