**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по курсу «Дискретные системы управления»**

**СИНТЕЗ П-РЕГУЛЯТОРА ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ЗАДАННЫЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА**

Вариант № 2

Автор работы: Кирбаба Д.Д.

Группа: R3438

Преподаватель: Чепинский С.А.

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Цель работы 3](#_Toc156411703)

[2. Ход работы 3](#_Toc156411704)

[1. Исходные данные 3](#_Toc156411705)

[2. Формирование дискретного объекта управления 4](#_Toc156411706)

[3. Синтез П-регулятора 6](#_Toc156411707)

[3. Выводы 9](#_Toc156411708)

# Цель работы

Синтез регулятора для объекта управления, представленного в виде импульсного элемента, последовательных двух апериодических и интегрирующего звеньев. Регулятор должен обеспечивать в замкнутой системе требуемое время переходного процесса и заданное значение перерегулирования.

# Ход работы

## Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | Тип регулятора |  |  |
|  |  |  |  |  |  | И | П |  |  |

Таблица 1 - Исходные данные.

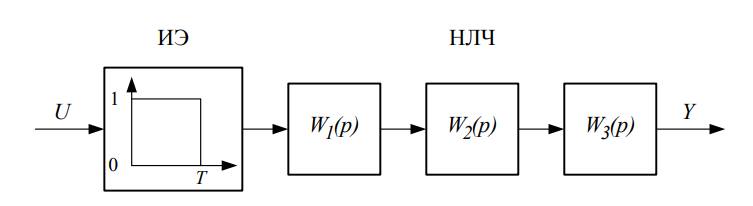


Рисунок 1 - Структура объекта управления.

## Формирование дискретного объекта управления

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Прямоугольник, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 - Объект управления.

Передаточной функции интегрирующего звена соответствует дифференциальное уравнение .

Передаточной функции интегрирующего звена соответствует дифференциальное уравнение

Передаточной функции звена соответствует дифференциальное уравнение

Объединяя уравнения модели в одну систему, получим описание объекта в непрерывном времени в форме вход-состояние-выход. В результате получаем:

где

Перейдем к дискретному описанию объекта по формулам, причем матрица остается неизменной:

Конвертируем полученную модель в передаточную функцию с помощью формулы

Получаем дискретную передаточную функцию объекта управления:

Схема моделирования, позволяющая сравнить реакции на единичное ступенчатое воздействие непрерывной и дискретной моделей объекта управления представлена на рисунке 3, а график полученной переходной функции – на рисунке 4.

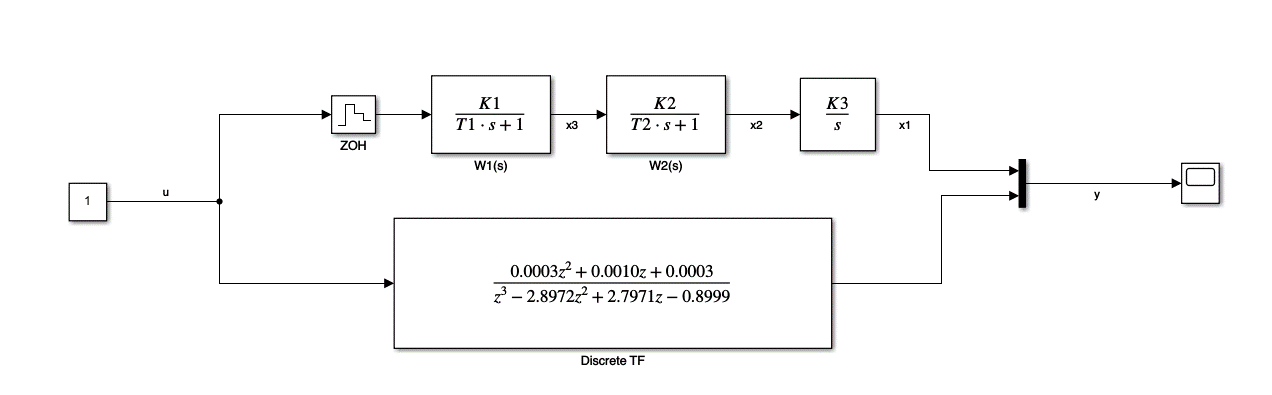


Рисунок 3 - Схема моделирования дискретной и непрерывной моделей ОУ.

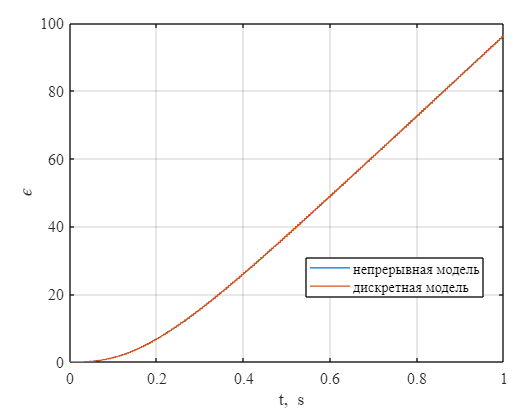


Рисунок 4 - Результаты моделирования дискретной и непрерывной модели ОУ.

По результату моделирования поведения объекта управления (переходной характеристики) можно увидеть, что реакции моделей совпадают, т. е. переход от непрерывного времени к дискретному выполнен корректно.

## Синтез П-регулятора

Синтезируем П-регулятор для заданной системы. Сведем задачу синтеза к выбору матриц эталонной модели , то есть решению уравнения Сильвестра:

и вычислению обратных связей системы управления.

С учетом того, что П-регулятор задается передаточной функцией , порядок уравнения системы не меняется. Исходя из заданных показателей качества, выберем корни характеристического полинома непрерывной системы. Выберем стандартный полином Баттерворта третьей степени , для которого . По заданию время переходного процесса . Затем найдем по формуле:

Полученные корни полинома Баттерворта:

Сформируем матрицу Гн эталонной модели замкнутой системы в непрерывном времени:

Составим также матрицу выходов из условия полной наблюдаемости пары ().

Произведем вычисление матрицы G эталонной модели для дискретного времени:

Решим уравнение типа Сильвестра в пакете MatLab с помощью функции «*sylvester*»:

Используя равенство , находим матрицу коэффициентов обратных связей:

Проверим полученное решение, вычислив собственные числа характеристических полиномов для эталонной и синтезированной систем. Собственные числа матрицы эталонной системы (дискретное время) равны

Собственные числа матрицы синтезированной замкнутой системы (дискретное время) вычислим как

Они равны что подтверждает корректность выполненных расчетов.

Итоговая схема моделирования системы управления непрерывным объектом с использованием дискретного аналога П-регулятора представлена на рисунке 5, а результаты моделирования – на рисунке 6.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Шрифт, План

Автоматически созданное описание

Рисунок 5 - Схема моделирования замкнутой системы.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 6 - Результаты моделирования (переходная характеристика замкнутой системы).

В результате моделирования получили следующие показатели качества замкнутой системы:

1. Время переходного процесса (первый вход в 5% зону): с
2. Время переходного процесса (окончательный вход в 5% зону): с
3. Перерегулирование :

# Выводы

В ходе выполнения данной работы был синтезирован дискретный П-регулятор, работающий с заданным периодом квантования времени с.

В качестве эталона, исходя из требуемых критериев качества, был выбран полином Баттерворта 3-й степени.

Коэффициенты дискретного П-регулятора были вычислены через решение уравнения Сильвестра, все операции были проведены в среде MatLab.

Моделирование работы системы в непрерывном времени показало, что время реакции системы на единичное ступенчатое воздействие не превосходит с, а перерегулирование не превышает 10%, что соответствует требованиям технического задания.