

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Лабораторная работа №3

«Анализ и моделирование систем с цифровым И-регулятором»
по дисциплине «Компьютерное управление мехатронными системами»

Выполнил:
студент гр. R3425
Борисов М. В.
Преподаватель:
Ловлин С. Ю.

Санкт-Петербург
2020 г.

1 Цель работы

1. Исследовать принцип работы цифрового И-регулятора
2. Исследовать переходный процесс при периоде дискретизации $T_0 \leq 0.1T_\mu$
3. Исследовать переходный процесс при периоде дискретизации $T_0 = T_\mu$
4. Исследовать влияние запаздывания на переходный процесс
5. Компенсировать запаздывание системы

2 Дано

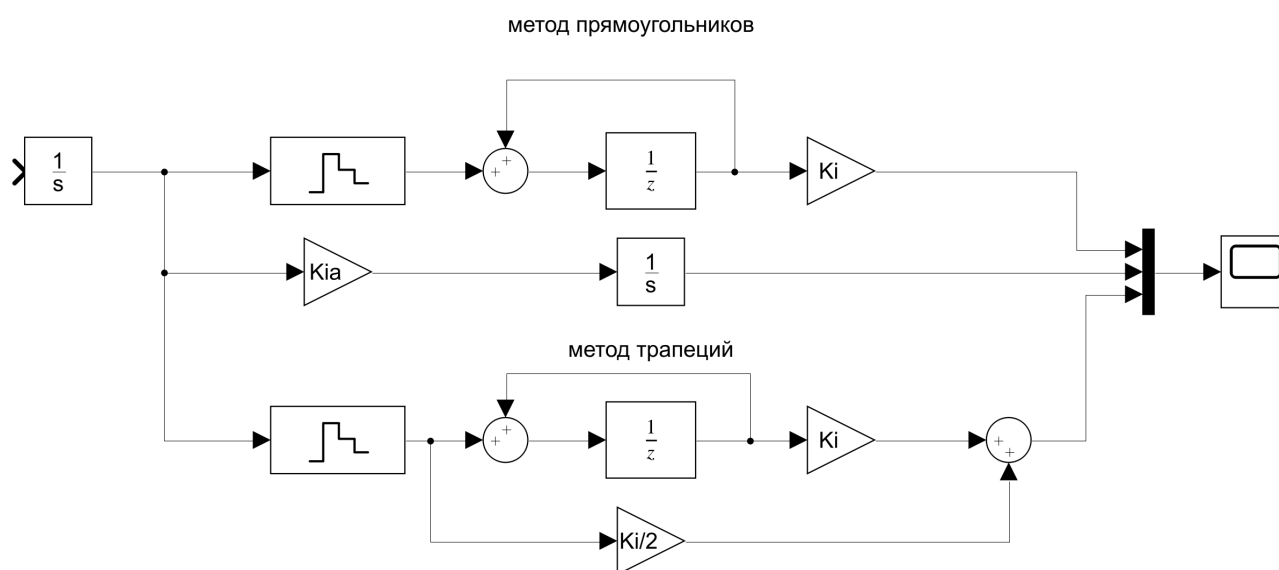


Рис. 1: Система исследования цифрового И-регулятора

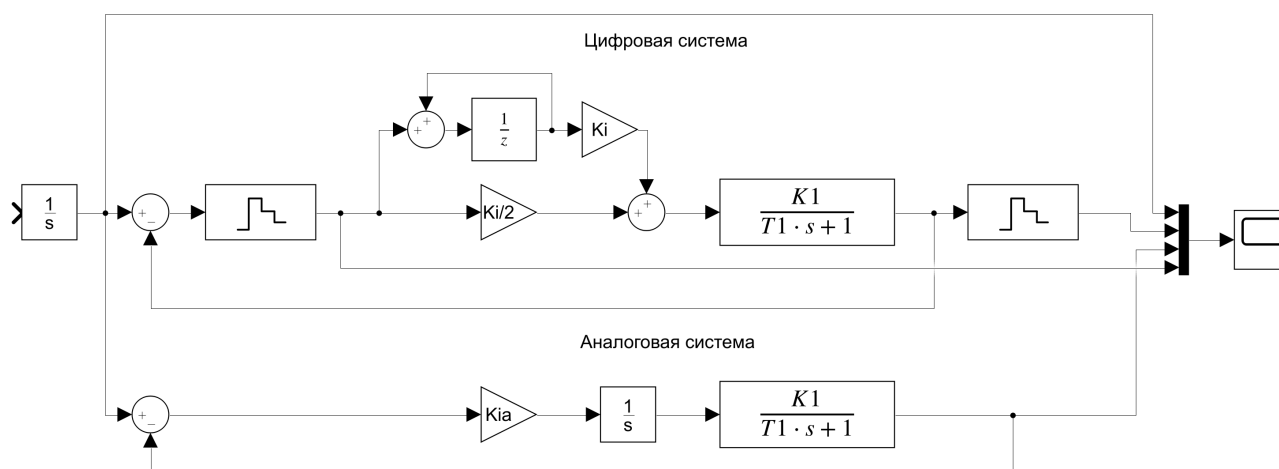


Рис. 2: Система исследования переходных процессов

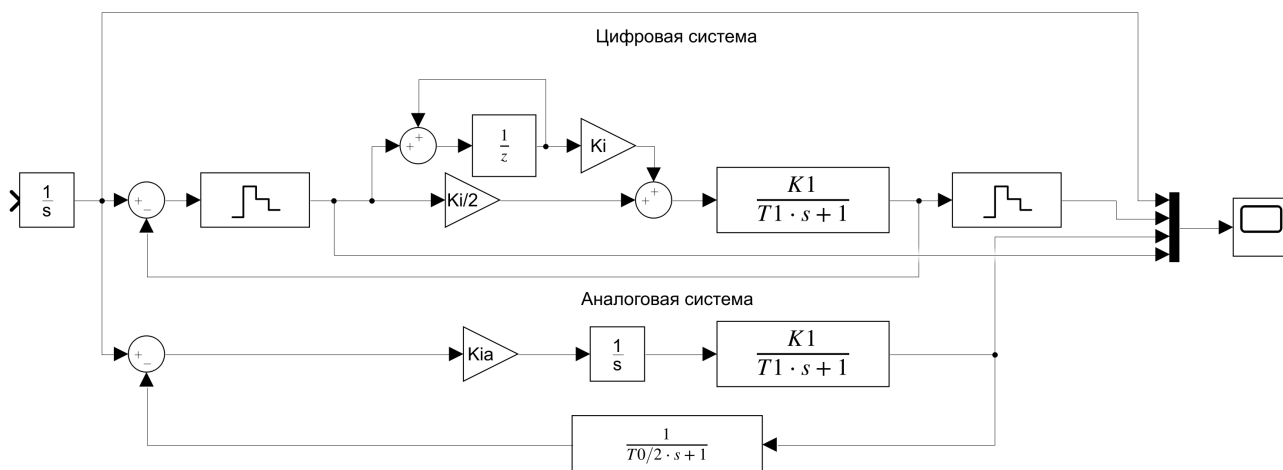


Рис. 3: Система исследования запаздывания

$$K_1 = 2.920, T_1 = 0.096$$

3 Выполнение работы

3.1 Исследование цифрового И-регулятора

Цифровой И-регулятор отличается от аналогового наличием времени дискретизации T_0 , определяющим характеристики регулятора.

Вычисление интеграла функции можно произвести методом прямоугольников или методом трапеций.

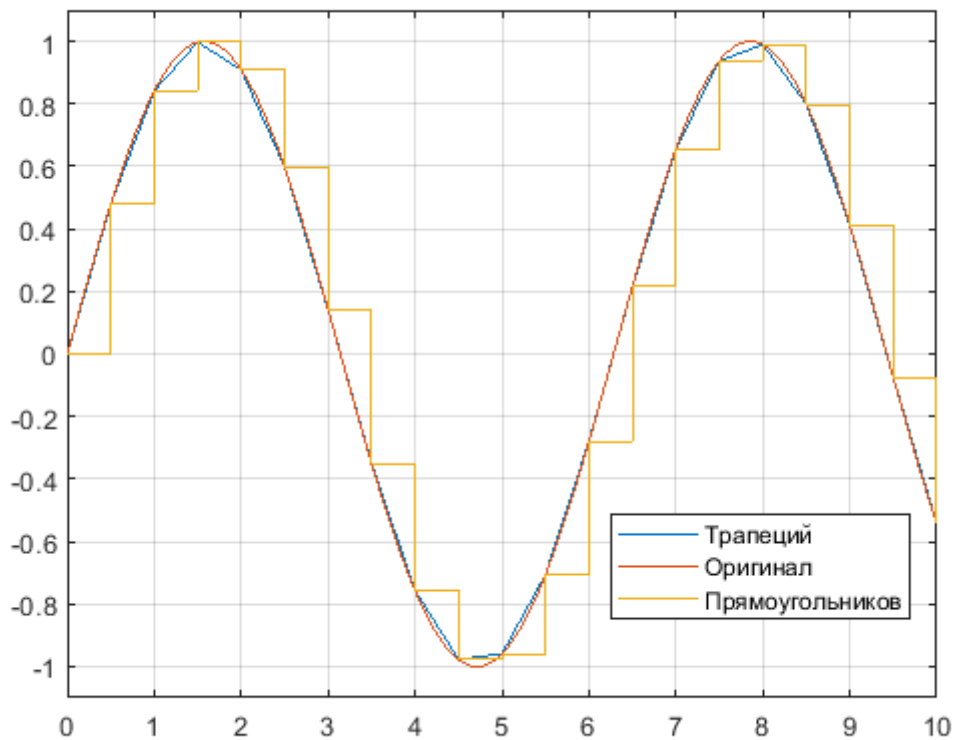


Рис. 4: Иллюстрация метода трапеций и прямоугольников

Метод трапеций является более точной аппроксимацией, что видно на следующем графике.

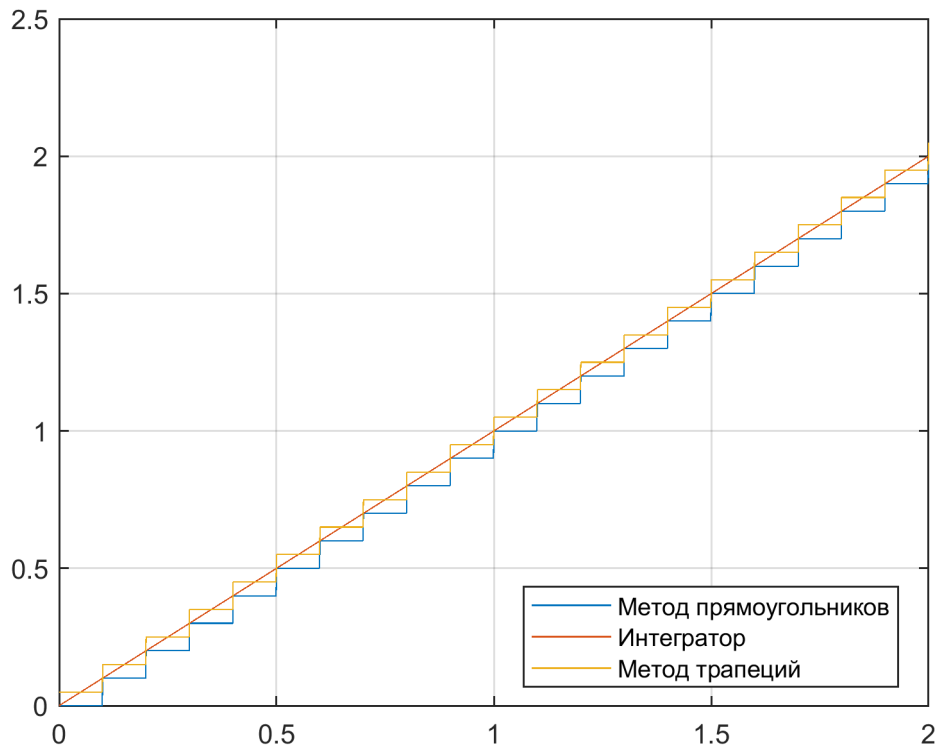


Рис. 5: Сравнение аналогового и цифрового И-регулятора

3.2 Вывод И-регулятора

Допустим производится настройка системы на технический оптимум.

$W_{\text{oy}}(s) = \frac{K_1}{T_1 s + 1}$ — передаточная функция объекта управления

$W_{\text{pc}}(s) = \frac{1}{2T_\mu s(T_\mu s + 1)}$ — передаточная функция разомкнутой системы.

Примем $T_1 = T_\mu$, тогда передаточная функция регулятора

$$W_{\text{рег}}(s) = \frac{W_{\text{pc}}(s)}{W_{\text{oy}}(s)} = \frac{\frac{1}{2T_\mu s(T_\mu s + 1)}}{\frac{K_1}{T_\mu s + 1}} = \frac{1}{2T_\mu K_1 s}$$

3.3 Случай $T_0 \leq 0.1T_\mu$

Если время дискретизации существенно меньше постоянной времени объекта управления, то дискретный сигнал практически не отличается от аналогового.

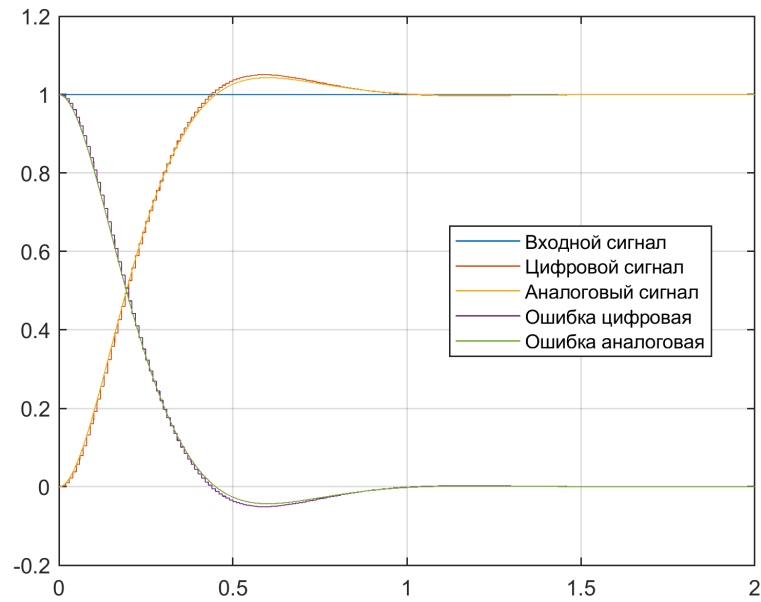


Рис. 6: Сравнение аналогового и цифрового И-регулятора

3.4 Случай $T_0 = T_\mu$

При времени дискретизации равном постоянной времени объекта реакции существенно отличаются, поскольку дискретная система в таком случае сильно запаздывает. Из-за этого у дискретной системы большее перерегулирование.

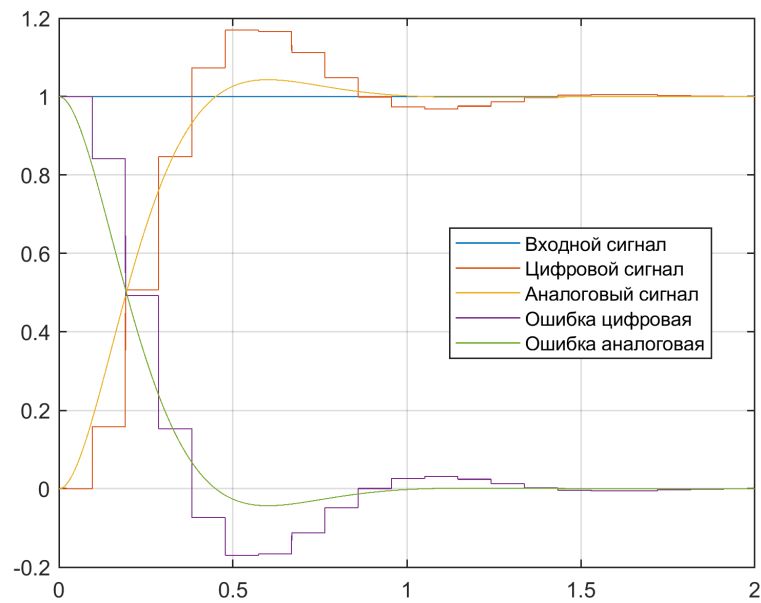


Рис. 7: Сравнение аналогового и цифрового И-регулятора

3.5 Запаздывание аналогового сигнала

Реакции можно сделать аналогичными, если внести запаздывание в аналоговый сигнал. В MATLAB это можно сделать с помощью блока transport delay. Соответственно у

аналоговой системы перерегулирование становится больше.

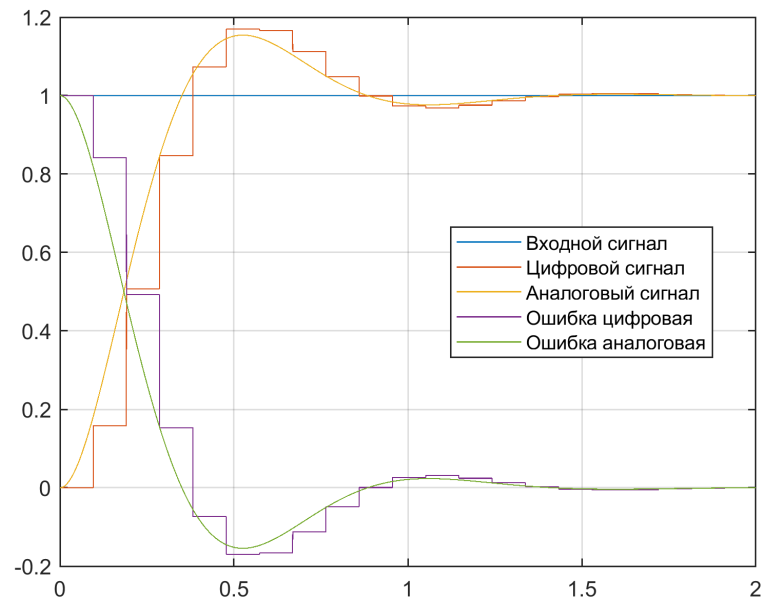


Рис. 8: Сравнение аналогового и цифрового И-регулятора

3.6 Компенсация запаздывания

На низких частотах входного сигнала запаздывание можно представить как апериодическое звено первого порядка и компенсировать его. Тогда $T_\mu = T_1 + 0.5T_0$.

При этом обе системы остаются эквивалентны, уменьшается перерегулирование и время переходного процесса до значения по оптимуму.

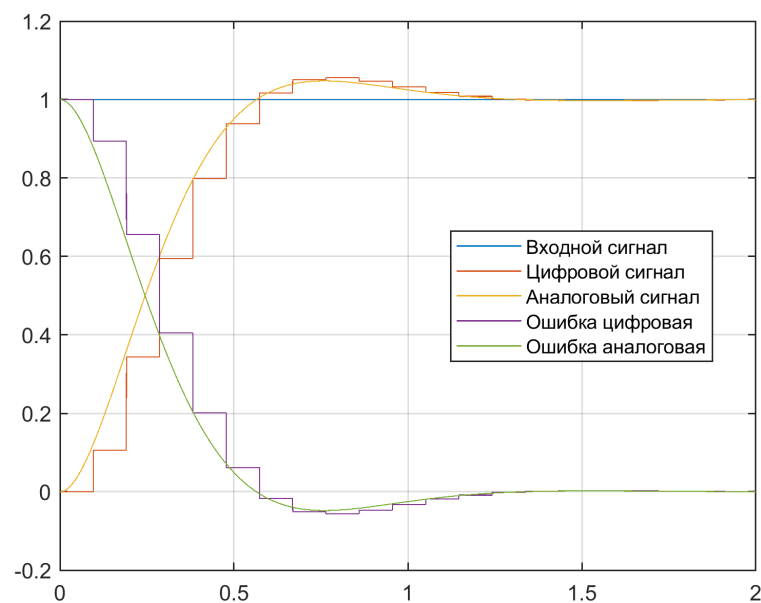


Рис. 9: Сравнение аналогового и цифрового И-регулятора

4 Вывод

В работе был изучен цифровой И-регулятор, его характеристики и переходный процесс при различных значениях периода дискретизации. Изучено явление запаздывания сигнала дискретных систем, возникающее из-за времени дискретизации. Искусственно внесено запаздывание в аналоговую систему и показана эквивалентность обеих систем. Проведена компенсация запаздывания с помощью представления звена запаздывания как апериодического первого порядка и показано, что эквивалентность сохраняется. Эта эквивалентность позволяет использовать коэффициенты аналоговой системы в дискретной.