МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Лабораторная работа №2**

**«Параметрический синтез и исследование цифровой системы управления с П-регулятором и объектом в виде последовательно включенных апериодического и интегрирующего звеньев из условия обеспечения заданного переходного процесса»**

по дисциплине Системы управления в электроприводе

Выполнил: Студент группы R34362 Ванчукова Т. С.

Преподаватель: Ловлин С.Ю.

Санкт-Петербург, 2023

Содержание

[Задание 3](#_Toc153116247)

[Ход работы 5](#_Toc153116248)

[Задание 1 5](#_Toc153116249)

[Задание 2. Синтез системы с использованием «метода переоборудования» 6](#_Toc153116250)

[Задание 3. Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового П-регулятора для случая вычислительной задержки 11](#_Toc153116251)

[Задание 4. Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового П-регулятора для случая вычислительной задержки . 14](#_Toc153116252)

[Задание 5. Синтез и моделирование системы из условия обеспечения в ней «биномиальной настройки» 17](#_Toc153116253)

[Результаты работы 23](#_Toc153116254)

[Выводы 25](#_Toc153116255)

# Задание

Задание 1

Снять временные диаграммы, иллюстрирующие работу эквивалентных аналогового и цифрового П-регуляторов при линейно нарастающем входном воздействии на входе регулятора для случая вычислительной задержки ε = 0. Представить схему модели.

Задание 2. Синтез системы с использованием «метода переоборудования»

* 1. Построить эквивалентную модель и осуществить ее настройку на «оптимум по модулю» .

* 1. Путем моделирования определить величину периода дискретности управления , при которой обеспечивается качество переходного процесса в исследуемой цифровой системе, близкое к процессу в эквивалентной непрерывной системе.   
     Снять осциллограммы переходных процессов для значений   
     . Параметры переходных процессов занести в таблицу 1. Представить схему модели.

Задание 3. Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового   
П-регулятора для случая вычислительной задержки ε = 0.

* 1. Построить полную эквивалентную модель системы, учитывающую динамические свойства П-регулятора в виде системы, содержащей объект управления, аналоговый П-регулятор, а также находящееся   
     в цепи обратной связи апериодическое звено первого порядка   
     с единичным коэффициентом передачи и постоянной времени .

* 1. Определить величину постоянной времени , при которой процессы в исследуемой цифровой системе и эквивалентной модели максимально приближены друг к другу. Максимальное приближение процессов имеет место при минимальном значении функционала:

где – процесс в цифровой системе, – процесс в эквивалентной системе при некотором значении постоянной . Результаты моделирования занести в таблицу 2, построить зависимость .

Режим моделирования . Параметры цифрового и аналогового П-регуляторов берутся из пп.2.1 и при моделировании остаются неизменными.

* 1. Осуществить настройку полной эквивалентной модели системы на «оптимум по модулю» при малой некомпенсированной постоянной времени, определяемой на основании соотношения . Снять осциллограммы переходных процессов для значений параметры переходных процессов занести в таблицу 3. Представить схему модели.

Задание 4. Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового   
П-регулятора для случая вычислительной задержки ε = Т0.

* 1. Снять временные диаграммы, иллюстрирующие работу эквивалентных аналогового и цифрового П-регуляторов при линейно нарастающем входном воздействии на входе регулятора для случая вычислительной задержки . Представить схему модели.
  2. Построить цифровую модель системы и полную эквивалентную модель, учитывающие вычислительную задержку .
  3. Осуществить настройку полной эквивалентной модели системы   
     на «оптимум по модулю» при малой некомпенсированной   
     постоянной времени, определяемой на основании соотношения   
     . Снять осциллограммы переходных процессов для значений ( – постоянная времени контура тока) параметры переходных процессов занести в таблицу 4. Представить схему модели.

Задание 5

Осуществить синтез системы из условия обеспечения в ней «биномиальной настройки» и провести моделирование согласно пп.2, 3, 4.

# Ход работы

### Задание 1

Изображение выглядит как линия, текст, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 1. Графики выхода аналогового и цифрового П-регуляторов при линейно-возрастающем входном воздействии

Изображение выглядит как диаграмма, зарисовка, линия, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рисунок 2. Схема моделирования

### Задание 2. Синтез системы с использованием «метода переоборудования»

Сначала построим эквивалентную модель и осуществим ее настройку на «оптимум по модулю» .

Для этого определили передаточную функцию:

Пренебрегая влиянием противоЭДС перепишем передаточную функцию:

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 3. АЧХ и ФЧХ реальной и упрощенной разомкнутых систем

По графикам видим, что графики реальной и упрощённых систем расходятся только при малых значения частоты. Если выполняем синтез для быстрых систем, как в данном случае, можем пренебречь противоЭДС.

Рассчитаем ПИ-регулятор.

Передаточная функция ПИ-регулятора:

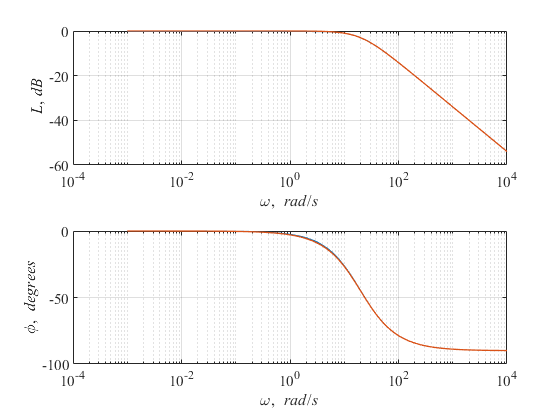


Рисунок 4. АЧХ и ФЧХ реальной и упрощенной замкнутых   
систем ПИ-регулятором

Выполним моделирование работы контура тока.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 5. График моделирование работы контура тока

*Изображение выглядит как зарисовка, диаграмма, Технический чертеж, линия

Автоматически созданное описание*

*Изображение выглядит как диаграмма, зарисовка, Технический чертеж, План

Автоматически созданное описание*

Рисунок 6. Схема моделирования

#### Расчет цифрового П-регулятора скорости

Передаточная функция разомкнутой системы, настроенной на технический оптиум.

Моделирование работы системы, настроенной на технический оптиум

Изображение выглядит как текст, линия, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 7. График моделирование работы, настроенный   
на технический оптиум

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

Изображение выглядит как текст, линия, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 8. График моделирование работы, настроенный   
на технический оптиум

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

### Задание 3. Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового П-регулятора для случая вычислительной задержки

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 9. График функционала системы

Изображение выглядит как диаграмма, зарисовка, Технический чертеж, План

Автоматически созданное описание

Рисунок 10. Схема моделирования

Перенастройка с помощью метода переоборудования

Изображение выглядит как диаграмма, линия, текст, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 11. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

Изображение выглядит как диаграмма, линия, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 12. График моделирование работы

Изображение выглядит как диаграмма, Технический чертеж, План, зарисовка

Автоматически созданное описаниеРисунок 13. Схема моделирования

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

### Задание 4. Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового П-регулятора для случая вычислительной задержки .

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 14. График функционала системы

Изображение выглядит как диаграмма, Технический чертеж, План, зарисовка

Автоматически созданное описание

Рисунок 15. Схема моделирования

Перенастройка с помощью метода переоборудования

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 16. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

Изображение выглядит как диаграмма, текст, линия, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 17. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

### Задание 5. Синтез и моделирование системы из условия обеспечения в ней «биномиальной настройки»

Моделирование работы системы, настроенной на биномиальный оптиум

Изображение выглядит как текст, линия, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 18. График моделирование работы, настроенный   
на биномиальный оптиум

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 19. График моделирование работы, настроенный   
на биномиальный оптиум

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового П-регулятора для случая вычислительной задержки

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 20. График функционала системы

Перенастройка с помощью метода переоборудования

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 21. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

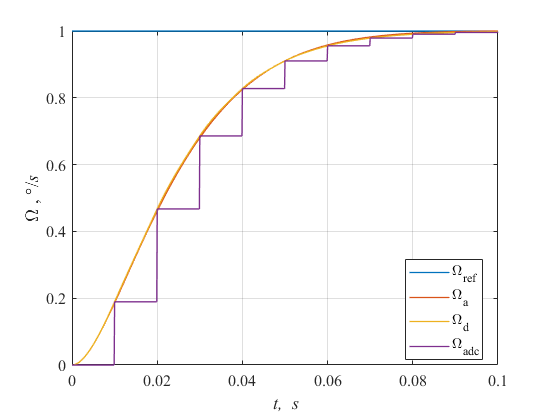


Рисунок 22. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

Синтез системы с использованием эквивалентной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового П-регулятора для случая вычислительной задержки

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 23. График функционала системы

Перенастройка с помощью метода переоборудования

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 24. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

Изображение выглядит как диаграмма, линия, текст, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 25. График моделирование работы

Найдем время переходного процесса для входа в 5%.

Вычислим перерегулирование :

# Результаты работы

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | , с | , с | , % |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Технический оптиум

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | , с | , с | , % |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | , с | , с | , % |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Биномиальный оптиум

Таблица 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Таблица 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | , с | , с | , % |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Таблица 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | , с | , с | , % |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# Выводы

В процессе выполнения работы исследовали систему управления   
с П-регулятором и объектом в виде последовательно включенных апериодического и интегрирующего звеньев из условия обеспечения заданного переходного процесса.

В ходе проведенного исследования было определено, что при величине периода дискретности управления обеспечивается качество переходного процесса в исследуемой цифровой системе, близкое к процессу в эквивалентной непрерывной системе.

Также при увеличении величины периода дискретности время окончания переходного процесса и перерегулирование увеличиваются (Таблица *1*).   
  
При вводе задержки уменьшается перерегулирование. Также при задержке величина периода дискретности управления обеспечивается качество переходного процесса, близкое к процессу в эквивалентной непрерывной системе.

При настройке системы на биномиальный оптиум увеличилось время переходного процесса, перерегулирование равно 0.