МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Лабораторная работа №1**

**«Анализ динамических характеристик эталонных моделей систем со стандартной настройкой»**

по дисциплине Системы управления в электроприводе

Выполнил: Студент группы R34362 Ванчукова Т. С.

Преподаватель: Ловлин С.Ю.

Санкт-Петербург, 2023

Содержание

[Задание 3](#_Toc147866617)

[Ход работы 4](#_Toc147866618)

[Линейный оптимум 4](#_Toc147866619)

[Задание 1 4](#_Toc147866620)

[Задание 2 4](#_Toc147866621)

[Задание 3 5](#_Toc147866622)

[Задание 4 6](#_Toc147866623)

[Биномиальный оптимум 8](#_Toc147866624)

[Задание 1 8](#_Toc147866625)

[Задание 2 8](#_Toc147866626)

[Задание 3 9](#_Toc147866627)

[Задание 4 10](#_Toc147866628)

[Оптимум по модулю 12](#_Toc147866629)

[Задание 1 12](#_Toc147866630)

[Задание 2 12](#_Toc147866631)

[Задание 3 13](#_Toc147866632)

[Задание 4 14](#_Toc147866633)

[Симметричный оптимум 16](#_Toc147866634)

[Задание 1 16](#_Toc147866635)

[Задание 2 16](#_Toc147866636)

[Задание 3 17](#_Toc147866637)

[Задание 4 18](#_Toc147866638)

[Астатизм третьего порядка 20](#_Toc147866639)

[Задание 1 20](#_Toc147866640)

[Задание 2 20](#_Toc147866641)

[Задание 3 21](#_Toc147866642)

[Задание 4 22](#_Toc147866643)

[Результаты работы 23](#_Toc147866644)

# Задание

Исследование характеристик систем, настроенных на биномиальный оптимум, оптимум по модулю, симметричный оптимум, настройкой на астатизм третьего порядка.

Задание 1

Для перечисленных стандартных передаточных функций

разомкнутых систем найти соответствующие им передаточные функции замкнутых систем , снять кривые переходных процессов при отработке скачка задающего воздействия.

Задание 2

Параметры переходных процессов: время переходного процесса для входа в 5% зону – , время переходного процесса для входа в 2% зону – , перерегулирование – занести в Таблица *1*.

Задание 3

Снять кривые переходных процессов при отработке задающих воздействий вида . Заполнить Таблица 2.

Задание 4

Снять ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем управления указанных выше эталонных настроек. Определить запас по амплитуде, запас по фазе и показатель колебательности. Заполнить   
Таблица *3*.

# Ход работы

## Линейный оптимум

### Задание 1

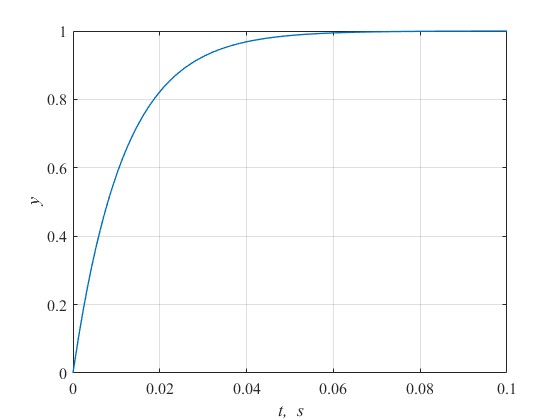


Рисунок 1. Кривая переходного процесса линейного оптимума

### Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

### Задание 3

Изображение выглядит как текст, линия, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 2. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Изображение выглядит как текст, линия, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 3. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна установившемуся значению, а при квадратичном – бесконечности, система имеет первый порядок астатизма.

### Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

Изображение выглядит как линия, текст, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 4. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 5. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 4 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.   
  
Запас по фазе равен 90°, определяем по графикам: .

Показатель колебательности:

## Биномиальный оптимум

### Задание 1

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 6. Кривая переходного процесса биномиального оптимума

### Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

### Задание 3

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 7. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Изображение выглядит как линия, текст, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 8. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна установившемуся значению, а при квадратичном – бесконечности, система имеет первый порядок астатизма.

### Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:



Рисунок 9. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

Изображение выглядит как линия, текст, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 10. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 9 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.   
  
Запас по фазе равен 73°, определяем по графикам: .

Показатель колебательности:

## Оптимум по модулю

### Задание 1

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 11. Кривая переходного процесса оптимума по модулю

### Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

### Задание 3

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, скат

Автоматически созданное описание

Рисунок 12. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибкиИзображение выглядит как линия, График, диаграмма, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 13. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна установившемуся значению, а при квадратичном – бесконечности, система имеет первый порядок астатизма.

### Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 14. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

Изображение выглядит как линия, текст, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 15. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 14 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.   
  
Запас по фазе равен 90°, определяем по графикам: .

Показатель колебательности:

## Симметричный оптимум

### Задание 1

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 16. Кривая переходного процесса симметричного оптимума

### Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

### Задание 3

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 17. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 18. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна нулю, а при квадратичном – установившемуся значению, система имеет второй порядок астатизма.

### Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 19. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 20. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 19 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.   
  
Запас по фазе равен 37°, определяем по графикам: .

Показатель колебательности:

## Астатизм третьего порядка

### Задание 1

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 21. Кривая переходного процесса астатизма третьего порядка

### Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

– время начала переходного процесса

– максимальное значения t, при котором справедливо:

Вычислим перерегулирование :

### Задание 3

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 22. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 23. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида и график ошибки

Так как при линейном и квадратичном воздействиях ошибка равна нулю, система имеет третий порядок астатизма.

### Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:



Рисунок 24. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

Изображение выглядит как линия, текст, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 25. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 24 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.   
  
Запас по фазе равен 90°, определяем по графикам: .

Показатель колебательности:

# Результаты работы

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Эталонная  модель | , с | , с |  |
| Линейный  оптимум |  |  |  |
| Биномиальный оптимум |  |  |  |
| Оптимум по  модулю |  |  |  |
| Симметричный оптимум |  |  |  |
| Астатизм  третьего  порядка |  |  |  |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эталонная  модель | Статическая  система | Астатизм  первого  порядка | Астатизм  второго  порядка | Астатизм  третьего  порядка |
| Линейный  оптимум |  | ✔ |  |  |
| Биномиальный оптимум |  | ✔ |  |  |
| Оптимум по  модулю |  | ✔ |  |  |
| Симметричный оптимум |  |  | ✔ |  |
| Астатизм  третьего  порядка |  |  |  | ✔ |

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Эталонная  модель | Показатель  колебательности | Запас по амплитуде | Запас по фазе |
| Линейный  оптимум | 1 | ∞ | 90 |
| Биномиальный оптимум | 1 | ∞ | 73 |
| Оптимум по  модулю | 1 | ∞ | 65 |
| Симметричный оптимум | 1.6515 | ∞ | 37 |
| Астатизм  третьего  порядка | 2.0571 | ∞ | 30 |

Вывод: в процессе выполнения лабораторной работы были исследованы характеристики систем, настроенных на биномиальный оптимум, оптимум по модулю, симметричный оптимум, настройкой на астатизм третьего порядка, а именно вычислили прямые показатели качества (время переходного процесса, перерегулирование, показатель колебательности), частотные характеристики: построили ЛАЧХ и ФЧХ, вычислили запасы по амплитуде и фазе.

В ходе проведенного исследования было определено, что линейный, биноминальный и технический оптимумы являются астатизмами первого порядка, что означает, что данные оптимумы способны достичь установившейся ошибки только при линейно-возрастающем сигнале. Симметричный оптимум является астатизмом второго порядка –ошибка достигает установившегося значения при квадратичном воздействии, а при линейно-возрастающем стремится к нулю. У астатизма третьего порядка при линейно-возрастающем и при квадратичном воздействии ошибка стремится к нулю.

Астатизм третьего порядка обладает наибольшим показателем колебательности и имеет наименьший запас по фазе.

Также было выявлено, что лучшими динамическими показателями (быстродействие и перерегулирование) обладает линейный оптимум, а худшими астатизм третьего порядка.