

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники

В. И. Туев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Методические указания по
практическим занятиям для магистрантов всех направлений подготовки

Томск
2023

УДК 621.38(075.8)

ББК 32.859я73

Т-816

Рецензент:

Озеркин Д.В., декан РКФ, доцент кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга ТУСУР, канд. техн. наук

Туев, Василий Иванович

Т-816 Проектирование сложных систем: методические указания по практическим занятиям для магистрантов всех направлений подготовки / В.И. Туев. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 7 с.

Представлены методические указания по содержанию, организации и проведению практических занятий.

Методические указания предназначены для магистрантов всех направлений подготовки.

Одобрено на заседании кафедры РЭТЭМ протокол № 87 от 27.11.2023.

УДК 621.38(075.8)

ББК 32.859я73

© Туев В.И., 2023

© Томск. гос. ун-т систем упр.и радиоэлектроники, 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Расчет в среде МATHCAD логарифмических частотных характеристик, переходной характеристики, годографа типовых звеньев.....	5
2 Расчет в среде МATHCAD логарифмических частотных характеристик, переходной характеристики, годографа замкнутых систем автоматического регулирования.....	6
Список использованных источников.....	7

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Проектирование сложных систем» предназначена для ознакомления магистрантов с основами проектирования и расчета систем автоматического регулирования. Дисциплина базируется на теории автоматического регулирования и применяется для моделирования технических средств.

В данном курсе особое внимание уделяется расчету основных характеристик систем автоматического управления, таких как логарифмические частотные характеристики, переходные характеристики и годограф. Эти характеристики играют важную роль при проектировании и анализе систем управления, поэтому их понимание и умение проводить соответствующие расчеты являются ключевыми навыками для специалистов.

Использование среды Mathcad для расчетов позволяет студентам не только продемонстрировать теоретические знания, но и получить практические навыки работы с современными инженерными инструментами. Этот подход способствует более глубокому пониманию материала и развитию умения применять полученные знания на практике.

Целью настоящих методических указаний является ознакомление студентов с основными этапами расчета логарифмических частотных характеристик, переходной характеристики и годографа с использованием программного средства Mathcad, а также демонстрация практического применения этих навыков на примерах из области автоматического управления.

Надеемся, что данное пособие поможет студентам углубить свои знания в области теории автоматического регулирования и приобрести уверенность в использовании среды Mathcad для анализа и проектирования систем управления.

1 РАСЧЕТ В СРЕДЕ MATHCAD ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ГОДОГРАФА ТИПОВЫХ ЗВЕНЬЕВ

Цель занятия: Овладение навыками расчета логарифмических частотных характеристик, переходной характеристики и годографа с использованием программы Mathcad.

Задание для выполнения:

Расчет логарифмических частотных характеристик типовых звеньев.
Построение переходной характеристики.
Построение годографа.

Краткие теоретические сведения и рекомендации по выполнению заданий

Расчет логарифмических частотных характеристик: логарифмическая частотная характеристика представляет собой график зависимости модуля комплексной передаточной функции от частоты в логарифмической шкале. Результаты расчетов представляются в виде графика зависимости модуля комплексной передаточной функции от частоты в логарифмическом масштабе [1-3].

Построение переходной характеристики: переходная характеристика отражает поведение системы при ступенчатом изменении входного сигнала. Для построения переходной характеристики необходимо выполнить обратное преобразование Лапласа для получения временной зависимости. График переходной характеристики показывает динамику изменения выходного сигнала системы.

Построение годографа: годограф представляет собой кривую на комплексной плоскости, отображающую зависимость модуля и фазы передаточной функции для различных значений частоты. Построение годографа позволяет оценить устойчивость и динамические свойства системы. Для этого необходимо преобразовать передаточную функцию в частотную область и построить график зависимости модуля и аргумента передаточной функции от частоты.

Методические указания:

Используйте программу Mathcad для проведения расчетов.

Задание выполните для передаточных функций типовых звеньев: аperiodического первого порядка, колебательного.

При расчете логарифмических частотных характеристик учтите выражение вида $20\log_{10}|G(j\omega)|$.

Для построения переходной характеристики $h(t)$ используйте обратное преобразование Лапласа:

$$h(t) := F(s) \text{ invlaplace } , s \rightarrow$$

Постройте годограф передаточной функции системы на комплексной плоскости.

Требования к отчету:

В отчете представьте формулы, использованные для расчетов.

Приведите графики логарифмических частотных характеристик, переходной характеристики и годографа.

Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы о поведении системы.

Убедитесь, что отчет содержит все этапы выполненного задания соответствует ключевым моментам, представленным на занятии, а оформление соответствует требованиям [4].

2 РАСЧЕТ В СРЕДЕ MATHCAD ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ГОДОГРАФА ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Введение

Ознакомление с темой занятия и ее значимостью для проектирования сложных систем автоматического регулирования.

Задание

Изучение теоретических основ расчета передаточных функций многоконтурных систем.

Анализ примеров многоконтурных систем.

Расчет передаточных функций замкнутой системы автоматического регулирования.

Методические указания

Проведение расчетов передаточных функций осуществляйте с использованием канонического правила их записи.

Выполнение задания

Задания выполняются индивидуально.

Расчет передаточных функций многоконтурных систем каждой группой.

Проведение анализа результатов и сравнение полученных данных.

Требования к отчету

Структурирование отчета: введение, цель, задачи, теоретическая часть, расчетные данные, анализ результатов, выводы.

Приведение математических формул и графиков.

После завершения практического занятия студенты должны представить отчет, отражающий все этапы выполнения задания и содержащий подробный анализ расчетов. Помимо этого, студентам следует готовиться к возможным вопросам преподавателя по методике расчета и интерпретации результатов.

Список использованных источников

1. Глазырин, Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин. — 2-е изд., испр. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 168 с. — ISBN 978-5-7782-3438-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118275> (дата обращения: 03.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Минаев, И. Г. Введение в теорию автоматического регулирования : учебное пособие / И. Г. Минаев, В. В. Самойленко, Д. Г. Ушкур. — Ставрополь : СтГАУ, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-9596-1502-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169737> (дата обращения: 03.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Карпов, А. Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Г. Карпов. — Томск: ТУСУР, 2011. — 212 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6249> (дата обращения 27.11.2023).
4. Образовательный стандарт вуза ОС ТУСУР 01-2021. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления от 25.11.2021. — URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/70> (дата обращения 19.10.2021). — Режим доступа: свободный.