

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрический транспорт

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.03 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 5 семестр - 48 часа; |
| Практические занятия | 5 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | 5 семестр - 16 часов; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 63,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Лабораторная работа Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 5 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Беседин В.М. |
| | Идентификатор | R0dda2f96-BesedinVM-10c44583 |

(подпись)

В.М. Беседин

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Глушенков В.А. |
| | Идентификатор | R5e5809b4-GlushenkovVA-5aef358 |

(подпись)

В.А. Глушенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Румянцев М.Ю. |
| | Идентификатор | R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe308 |

(подпись)

М.Ю. Румянцев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов прочной теоретической базы по современным расчетам и исследованию систем автоматического управления, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности

Задачи дисциплины

- изучение типов систем автоматического управления;
- ознакомление с электромеханическими системами автоматического управления, принципами их работы, элементами и узлами;
- приобретение навыков правильно классифицировать объекты и системы управления, описывать происходящие в них динамические процессы;
- приобретение навыка самостоятельно анализировать структуру и математическое описание систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы;
- овладение навыками самостоятельно проводить синтез качественных систем, их испытание и эксплуатацию.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления | ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления | знать: - основы теории систем автоматического управления, позволяющие получать математическое описание систем управления, строить теоретически и получать экспериментально их характеристики. уметь: - проводить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления. |
| ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления | ИД-2 _{ПК-2} Выполняет анализ простых систем автоматического управления | знать: - методы анализа и моделирования линейных и нелинейных технических объектов и систем. уметь: - выполнять анализ и синтез простых систем автоматического управления. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрический транспорт (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Для освоения дисциплины необходимо знание высшей математики, физики, теоретической механики, теоретических основ электротехники

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Общие понятия управления | 12 | 5 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 15-38 [3], стр. 9-20 | |
| 1.1 | Общие понятия управления | 12 | | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | | |
| 2 | Математическое описание линейных систем управления | 40 | | 10 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 2 <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 42-128 [3], стр. 21-87 |
| 2.1 | Математическое описание линейных систем управления | 40 | | 10 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | |
| 3 | Устойчивость линейных систем управления | 25.7 | | 6 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 11.7 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе № 2 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №№ 2 и 3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 159-182 [3], стр. 88-122 |
| 3.1 | Устойчивость линейных систем управления | 25.7 | | 6 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 11.7 | - | |
| 4 | Качество линейных САУ | 19 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №№ 2 и 3 |
| 4.1 | Качество линейных | 19 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|---|------------|-------------|---|---|
| | САУ | | | | | | | | | | | | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 191-253 [3], стр. 123-144 |
| 5 | Дискретные линейные системы управления | 16 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к к выполнению лабораторной работы № 4 |
| 5.1 | Дискретные линейные системы управления | 16 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 269-276 [2], стр. 3-47 [3], стр. 210-257 |
| 6 | Устойчивость и качество импульсных систем управления | 18 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к к выполнению лабораторной работы № 4 |
| 6.1 | Устойчивость и качество импульсных систем управления | 18 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 277-314 [2], стр. 54-75 [3], стр. 258-290 |
| 7 | Нелинейные системы управления | 13 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к к выполнению лабораторной работы № 4 |
| 7.1 | Нелинейные системы управления | 13 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 340-349 |
| | Зачет с оценкой | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 48 | 16 | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 63.7 | - | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 48 | 16 | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 63.7 | - | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие понятия управления

1.1. Общие понятия управления

Основные понятия управления. Функциональная схема систем автоматического управления. Классификация систем управления. Принципы и законы автоматического управления. Примеры систем. Статические характеристики систем автоматического управления..

2. Математическое описание линейных систем управления

2.1. Математическое описание линейных систем управления

Линеаризация. Примеры. Преобразование Лапласа, его свойства. Математическое описание объектов и систем: дифференциальными уравнениями, передаточными функциями, структурными схемами, частотными и временными характеристиками..

3. Устойчивость линейных систем управления

3.1. Устойчивость линейных систем управления

Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости (Гурвица, Михайлова, Найквиста, логарифмический критерий устойчивости)..

4. Качество линейных САУ

4.1. Качество линейных САУ

Прямые и косвенные показатели качества. Точность систем, методы расчета ошибок. Корректирующие устройства, их характеристики. Методы синтеза по частотным характеристикам..

5. Дискретные линейные системы управления

5.1. Дискретные линейные системы управления

Типы квантования и модуляции сигналов. Примеры дискретных систем (релейные, цифровые и импульсные системы). Импульсные элементы и их представление. Дискретное преобразование Лапласа, его свойства. Математическое описание импульсных систем: разностными уравнениями, структурными схемами, дискретными передаточными функциями, частотными и временными характеристиками импульсных систем..

6. Устойчивость и качество импульсных систем управления

6.1. Устойчивость и качество импульсных систем управления

Необходимое и достаточное условие устойчивости импульсных систем. Критерии устойчивости импульсных систем. Прямые и косвенные показатели качества. Точность систем, методы расчета ошибок. Корректирующие устройства, их характеристики. Методы синтеза по частотным характеристикам..

7. Нелинейные системы управления

7.1. Нелинейные системы управления

Методы исследования нелинейных систем. Особенности динамики нелинейных систем. Исследование систем на фазовой плоскости. Коррекция релейных систем. Исследование

нелинейных САУ с помощью метода гармонического баланса, анализ автоколебаний. Критерии устойчивости нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости..

3.3. Темы практических занятий

1. Описание элементов САУ на основе дифференциальных уравнений. Переход к операторной форме. Преобразование Лапласа и его свойства. Передаточная функция;
2. Элементы структурных схем. Соединение звеньев в САУ. Правила структурных преобразований. Нахождение передаточной функции САУ;
3. Составление структурной схемы САУ на основе её описания в виде дифференциального уравнения;
4. Типовые динамические звенья. Их передаточные функции, временные и частотные характеристики;
5. Построение частотных характеристик САУ по их передаточным функциям в разомкнутом состоянии;
6. Нахождение ошибок в динамических системах;
7. Определение устойчивости САУ на основе алгебраических и частотных критериев.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование качества систем автоматического управления;
2. Принципы автоматического управления;
3. Исследование линейных импульсных автоматических систем и исследование релейных систем автоматического регулирования методом фазовой плоскости;
4. Коррекция систем автоматического управления.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие понятия управления"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математическое описание линейных систем управления"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость линейных систем управления"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Качество линейных САУ"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Дискретные линейные системы управления"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость и качество импульсных систем управления"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нелинейные системы управления"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) | |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | |
| основы теории систем автоматического управления, позволяющие получать математическое описание систем управления, строить теоретически и получать экспериментально их характеристики | ИД-1пк-2 | | + | | | | | | | Контрольная работа/«Составление структурной схемы САУ на основе системы дифференциальных уравнений, описывающей её работу. Определение её передаточной функции» |
| методы анализа и моделирования линейных и нелинейных технических объектов и систем | ИД-2пк-2 | | | | | + | + | + | | Лабораторная работа/Выполнение лабораторной работы № 4 «Исследование линейных импульсных автоматических систем и исследование релейных систем автоматического регулирования методом фазовой плоскости» |
| Уметь: | | | | | | | | | | |
| проводить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления | ИД-1пк-2 | | + | | | | | | | Лабораторная работа/Выполнение лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» |
| выполнять анализ и синтез простых систем автоматического управления | ИД-2пк-2 | | | + | + | | | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 «Исследование качества систем автоматического управления» Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 «Коррекция систем автоматического управления» Контрольная работа/«Определение устойчивости САУ, структурная схема которой получена при |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------|
| | | | | | | | | | | выполнении КМ-2» |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------|

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Выполнение лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Выполнение лабораторной работы № 4 «Исследование линейных импульсных автоматических систем и исследование релейных систем автоматического регулирования методом фазовой плоскости» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. «Определение устойчивости САУ, структурная схема которой получена при выполнении КМ-2» (Контрольная работа)
2. «Составление структурной схемы САУ на основе системы дифференциальных уравнений, описывающей её работу. Определение её передаточной функции» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 «Исследование качества систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 «Коррекция систем автоматического управления» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для бакалавриата и специалитета вузов по инженерно-техническим направлениям / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин . – М. : Юрайт, 2019 . – 470 с. – (Бакалавр и специалист) . - ISBN 978-5-534-06483-4 .;

2. Коломейцева, М. Б. Основы импульсной и цифровой техники : учебное пособие для академического бакалавриата вузов по инженерно-техническим направлениям / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин, Т. В. Ягодкина . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Юрайт, 2019 . – 124 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-534-06429-2 .;
3. Д. П. Ким- "Теория автоматического управления", Издательство: "Физматлит", Москва, 2007 - (312 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. SimInTech.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---------------|-------------------------------|-----------|
| | отсутствует | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Выполнение лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-2 «Составление структурной схемы САУ на основе системы дифференциальных уравнений, описывающей её работу. Определение её передаточной функции» (Контрольная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы № 2 «Исследование качества систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-5 «Определение устойчивости САУ, структурная схема которой получена при выполнении КМ-2» (Контрольная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы № 3 «Коррекция систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-7 Выполнение лабораторной работы № 4 «Исследование линейных импульсных автоматических систем и исследование релейных систем автоматического регулирования методом фазовой плоскости» (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 8 | 12 | 14 | 14 | 15 |
| 1 | Общие понятия управления | | | | | | | | |
| 1.1 | Общие понятия управления | | + | | + | | | | |
| 2 | Математическое описание линейных систем управления | | | | | | | | |
| 2.1 | Математическое описание линейных систем управления | | | + | | | | | |
| 3 | Устойчивость линейных систем управления | | | | | | | | |
| 3.1 | Устойчивость линейных систем управления | | | | | + | + | + | |
| 4 | Качество линейных САУ | | | | | | | | |
| 4.1 | Качество линейных САУ | | | | | + | + | + | |
| 5 | Дискретные линейные системы управления | | | | | | | | |
| 5.1 | Дискретные линейные системы управления | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | |
|------------|--|---|----|----|----|----|----|---|
| 6 | Устойчивость и качество импульсных систем управления | | | | | | | |
| 6.1 | Устойчивость и качество импульсных систем управления | | | | | | | + |
| 7 | Нелинейные системы управления | | | | | | | |
| 7.1 | Нелинейные системы управления | | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 5 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 5 |