

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.01.12 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 7 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 7 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Савкин Д.И. |
| | Идентификатор | Rec65784c-SavkinDml-0a46003e |

(подпись)

Д.И. Савкин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рашитов П.А. |
| | Идентификатор | R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c |

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Асташев М.Г. |
| | Идентификатор | R7a29e524-AstashevMG-0583186 |

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Освоение студентами основных функций, структур, характеристик и показателей электропривода как системы, формирующей условия для проектирования преобразовательной техники и обеспечения с ее помощью требуемых технологических процессов.

Задачи дисциплины

- Освоение состава и назначения электропривода;
- Освоение разомкнутых и замкнутых электромеханических систем и роли в них преобразовательной техники;
- Получение информации об электромеханических, регулировочных и энергетических свойствах электропривода постоянного и переменного токов, и влиянию на них электрических преобразователей и элементов промышленной электроники;
- Приобретение навыков в выборе и проектировании преобразовательной техники из условий их применения в системах электроприводов.

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 выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем | ИД-1 _{ПК-2} Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем | знать: - Системы управления электроприводов, их статические, регулировочные и энергетические характеристики в совокупности с элементами преобразовательной техники; - Основные элементы и структуры электроприводов. уметь: - Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями переменного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники; - Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями постоянного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Теоретические основы электротехники
- знать Основы преобразовательной техники

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 | Состав, определения и функции электропривода | 3 | 7 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 4-10 |
| 1.1 | Функциональная схема и назначение элементов электропривода | 3 | | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 2 | Основы механики электропривода | 18 | | 2 | - | 8 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 10-16 |
| 2.1 | Уравнения движения электропривода | 5 | | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 2.2 | Расчетные схемы механической части электропривода | 4 | | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 2.3 | Свойства сил и моментов, действующих в электроприводе | 5 | | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 2.4 | Установившееся и неустановившееся движение электропривода | 4 | | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 3 | Свойства и характеристики электропривода с двигателем постоянного тока | 28 | | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Подготовка расчетных заданий:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 3.1 | Механические, | 9 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы | | | | | | | | | | | | [1], 21-48 |
| 3.2 | Способы и показатели регулирования координат электропривода | 10 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 3.3 | Пуск и торможение двигателя | 9 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 4 | Свойства и характеристики электропривода с асинхронным двигателем | 28 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Подготовка расчетных заданий:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 59-80 |
| 4.1 | Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы | 9 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 4.2 | Способы и показатели регулирования координат электропривода | 10 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 4.3 | Тормозные режимы работы двигателя | 9 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 5 | Переходные процессы в разомкнутых и замкнутых структурах электроприводов | 12 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 5.1 | Переходные процессы в разомкнутых структурах | 6 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 97-131 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|---|
| | электроприводов | | | | | | | | | | | | |
| 5.2 | Переходные процессы в замкнутых структурах электроприводов | 6 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | |
| 6 | Энергетика электропривода и элементы проектирования | 19 | 3 | - | 8 | - | - | - | - | - | 8 | - | <i><u>Подготовка расчетных заданий:</u></i> <i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 137-163 |
| 6.1 | Потери энергии в установившихся и переходных режимах электропривода постоянного и переменного токов | 5 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 6.2 | Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя | 5 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 6.3 | Тепловая модель двигателя и стандартные режимы работы привода | 5 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 6.4 | Проверка двигателей по нагреву | 4 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 16 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 16 | - | 32 | 2 | - | - | 0.5 | 0.5 | 93.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Состав, определения и функции электропривода

1.1. Функциональная схема и назначение элементов электропривода

2. Основы механики электропривода

2.1. Уравнения движения электропривода

2.2. Расчетные схемы механической части электропривода

2.3. Свойства сил и моментов, действующих в электроприводе

2.4. Установившееся и неустановившееся движение электропривода

3. Свойства и характеристики электропривода с двигателем постоянного тока

3.1. Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы

3.2. Способы и показатели регулирования координат электропривода

3.3. Пуск и торможение двигателя

4. Свойства и характеристики электропривода с асинхронным двигателем

4.1. Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы

4.2. Способы и показатели регулирования координат электропривода

4.3. Тормозные режимы работы двигателя

5. Переходные процессы в разомкнутых и замкнутых структурах электроприводов

5.1. Переходные процессы в разомкнутых структурах электроприводов

5.2. Переходные процессы в замкнутых структурах электроприводов

6. Энергетика электропривода и элементы проектирования

6.1. Потери энергии в установившихся и переходных режимах электропривода постоянного и переменного токов

6.2. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя

6.3. Тепловая модель двигателя и стандартные режимы работы привода

6.4. Проверка двигателей по нагреву

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет параметров установившегося движения электропривода и оценка его устойчивости;
2. Расчет графиков неустановившегося движения электропривода при различных видах его динамического момента;
3. Расчет и построение реостатных электромеханических и механических характеристик двигателей постоянного тока;
4. Расчет и построение электромеханических и механических характеристик двигателей постоянного тока при регулировании магнитного потока и напряжения;
5. Расчет значений пусковых и тормозных резисторов для двигателей постоянного тока;
6. Расчет потерь мощности в электроприводе в динамике;
7. Расчет и построение реостатных электромеханических и механических характеристик асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором;
8. Расчет и построение электромеханических и механических характеристик асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором при регулировании напряжения и частоты;
9. Расчет потерь мощности в электроприводе в статике;
10. Выбор и проверка двигателей по нагреву;
11. Расчет и построение естественных электромеханических и механических характеристик асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором по каталожным данным;
12. Расчет момента инерции и момента нагрузки для одномассовой расчетной схемы электропривода.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

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 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| Основные элементы и структуры электроприводов | ИД-1ПК-2 | + | + | | | | | Контрольная работа/Механика электропривода |
| Системы управления электроприводов, их статические, регулировочные и энергетические характеристики в совокупности с элементами преобразовательной техники | ИД-1ПК-2 | | | + | + | + | + | Расчетно-графическая работа/Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока |
| Уметь: | | | | | | | | |
| Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями постоянного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники | ИД-1ПК-2 | | | + | | | | Контрольная работа/Электропривод с двигателем постоянного тока |
| Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями переменного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники | ИД-1ПК-2 | | | | + | | | Контрольная работа/Электропривод с асинхронным двигателем |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Механика электропривода (Контрольная работа)
2. Электропривод с асинхронным двигателем (Контрольная работа)
3. Электропривод с двигателем постоянного тока (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ильинский Н.Ф.- "Основы электропривода", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011331.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Ж-506, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Ж-515, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Ж-515, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП" | стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | М-212, Аудитория каф. "АЭП" | стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы электропривода

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Механика электропривода (Контрольная работа)

КМ-2 Электропривод с двигателем постоянного тока (Контрольная работа)

КМ-3 Электропривод с асинхронным двигателем (Контрольная работа)

КМ-4 Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 14 |
| 1 | Состав, определения и функции электропривода | | | | | |
| 1.1 | Функциональная схема и назначение элементов электропривода | | + | | | |
| 2 | Основы механики электропривода | | | | | |
| 2.1 | Уравнения движения электропривода | | + | | | |
| 2.2 | Расчетные схемы механической части электропривода | | + | | | |
| 2.3 | Свойства сил и моментов, действующих в электроприводе | | + | | | |
| 2.4 | Установившееся и неуставившееся движение электропривода | | + | | | |
| 3 | Свойства и характеристики электропривода с двигателем постоянного тока | | | | | |
| 3.1 | Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы | | | + | | |
| 3.2 | Способы и показатели регулирования координат электропривода | | | + | | + |
| 3.3 | Пуск и торможение двигателя | | | + | | |
| 4 | Свойства и характеристики электропривода с асинхронным двигателем | | | | | |
| 4.1 | Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы | | | | + | |

| | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|
| 4.2 | Способы и показатели регулирования координат электропривода | | | + | + |
| 4.3 | Тормозные режимы работы двигателя | | | + | |
| 5 | Переходные процессы в разомкнутых и замкнутых структурах электроприводов | | | | |
| 5.1 | Переходные процессы в разомкнутых структурах электроприводов | | | | + |
| 5.2 | Переходные процессы в замкнутых структурах электроприводов | | | | + |
| 6 | Энергетика электропривода и элементы проектирования | | | | |
| 6.1 | Потери энергии в установившихся и переходных режимах электропривода постоянного и переменного токов | | | | + |
| 6.2 | Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя | | | | + |
| 6.3 | Тепловая модель двигателя и стандартные режимы работы привода | | | | + |
| 6.4 | Проверка двигателей по нагреву | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 22 | 22 | 22 | 34 |