

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Цели освоения дисциплины: обучение методами анализа и синтеза современных разомкнутых и замкнутых электромеханических систем. |
| 1.2 | Задачи: научить составлять расчетные схемы системы электропривода, определять их параметры, рассчитывать параметры различных режимов работы с использованием ЭВМ и уметь проектировать надежные и экономические электропривода. |

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Блок ОП: | | Б1.В |
|------------|---|------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Метрология | |
| 2.1.2 | Основы теории эксперимента | |
| 2.1.3 | Проектный подход в технике | |
| 2.1.4 | Теория автоматического управления | |
| 2.1.5 | Электрические и электронные аппараты | |
| 2.1.6 | Электрические машины | |
| 2.1.7 | Элементы систем автоматики | |
| 2.1.8 | Прикладная механика | |
| 2.1.9 | Теоретические основы электротехники | |
| 2.1.10 | Теория вероятностей и математическая статистика | |
| 2.1.11 | Физические основы электроники | |
| 2.1.12 | Математика | |
| 2.1.13 | Начертательная геометрия и инженерная графика | |
| 2.1.14 | Электротехническое и конструкционное материаловедение | |
| 2.1.15 | Информатика | |
| 2.1.16 | Физика | |
| 2.1.17 | Химия | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.2 | Общая энергетика | |
| 2.2.3 | Основы микропроцессорной техники | |
| 2.2.4 | Проектирование электротехнических устройств | |
| 2.2.5 | Решение прикладных задач с использованием MATLAB | |
| 2.2.6 | САПР устройств электроники | |
| 2.2.7 | Системы управления электроприводов | |
| 2.2.8 | Электроснабжение промышленных предприятий | |
| 2.2.9 | Автоматизация типовых технологических процессов | |
| 2.2.10 | Автоматизированный электропривод типовых технологических процессов | |
| 2.2.11 | Аппаратные средства и программное обеспечение контроллеров | |
| 2.2.12 | Государственная итоговая аттестация | |
| 2.2.13 | Преддипломная практика | |
| 2.2.14 | Программируемые промышленные контроллеры | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|--|
| ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности |
| Знать: |
| ПК-2-31 методики проектирования современных электроприводов |
| УК-3: проектирование и разработка |
| Знать: |
| УК-3-31 технические возможности электрических двигателей различных типов |

| |
|---|
| УК-1: фундаментальные знания |
| Знать: |
| УК-1-31 о структурной схеме и компонентах электропривода |
| ОПК-3: теоретическая и практическая профессиональная подготовка (способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин) |
| Знать: |
| ОПК-3-31 методы анализа и моделирования систем ТП-Д, ПЧ-АД, ПЧ-СД |
| УК-4: исследование |
| Знать: |
| УК-4-31 методики исследований и типовых испытаний различных электродвигателей |
| УК-3: проектирование и разработка |
| Уметь: |
| УК-3-У1 рассчитывать структуры различных систем электропривода |
| УК-4: исследование |
| Уметь: |
| УК-4-У1 проводить испытания электродвигателей по типовым методикам |
| УК-1: фундаментальные знания |
| Уметь: |
| УК-1-У1 уметь определять области применения электродвигателей разных типов |
| ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности |
| Уметь: |
| ПК-2-У1 применять методы проектирования электроприводов на практике |
| ОПК-3: теоретическая и практическая профессиональная подготовка (способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин) |
| Уметь: |
| ОПК-3-У1 оптимизировать структуру электропривода |
| Владеть: |
| ОПК-3-В1 навыками анализа и моделирования различных систем электропривода |
| УК-4: исследование |
| Владеть: |
| УК-4-В1 навыками по определению параметров электроприводов |
| УК-1: фундаментальные знания |
| Владеть: |
| УК-1-В1 навыками расчета характеристик электродвигателя в различных режимах работы |
| ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности |
| Владеть: |
| ПК-2-В1 практическими навыками при проектировании электроприводов |
| УК-3: проектирование и разработка |
| Владеть: |
| УК-3-В1 навыками разработки схемных решений различных систем электроприводов |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Общие сведения об электроприводе | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|---|--|--------------------------------------|-----------|
| 1.1 | <p>Определение “электропривода”. Структурная схема электропривода. Назначение элементов электропривода. Виды передаточных устройств, электромеханических преобразователей, преобразовательных и управляющих устройств. Понятие об обобщенной электрической машине. Классификация электроприводов. Перспективные направления в приводе. /Лек/</p> | 6 | 3 | <p>ОПК-3-31 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1</p> | <p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | <p>КМ2,К М1</p> | |
| 1.2 | <p>Схема обобщенной двухполосной машины и система уравнений, описывающих её. Линейные преобразования обобщенной машины. Фазные преобразования координат. Выдача задания на курсовое проектирование. /Пр/</p> | 6 | 2 | <p>ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1</p> | <p>Л1.2 Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | | <p>Р1</p> |
| 1.3 | <p>Общие требования по технике безопасности при работе в электротехнической лаборатории. /Лаб/</p> | 6 | 2 | <p>ПК-2-В1 УК-3-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1</p> | <p>Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | | |
| 1.4 | <p>Общие требования к электроприводу. Показатели работы электропривода. /Ср/</p> | 6 | 3 | <p>ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1</p> | <p>Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | <p>КМ2</p> | |
| | <p>Раздел 2. Механическая часть электромеханических систем</p> | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|---|---|--|---------|----|
| 2.1 | <p>Понятие об одномассовой системе. Расчетная схема одномассовой системы. Виды моментов, действующих в электроприводе. Типовые статические нагрузки. Основное уравнение движения электропривода для постоянного момента инерции в дифференциальной и операторной форме. Структурная схема и передаточная функция одномассовой системы. Понятие об многомассовых системах. Расчетная схема многомассовой системы. Статический режим работы электропривода. Понятие об жесткости механических характеристик. Понятие об устойчивости установившегося движения. Уравнение движения электропривода для двухмассовой системы. Преобразование двухмассовой системы к одномассовой системе. Уравнение движения для многомассовых систем. /Лек/</p> | 6 | 6 | <p>ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-У1 УК-3-В1</p> | <p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | КМ1 | Р1 |
| 2.2 | <p>Анализ основного уравнения движение на основе анализа работы грузоподъемного механизма. Структурная схема и передаточная функция одномассовой системы. Определение жесткости механических характеристик графическим и аналитическим методами. Графический и аналитический методы определения устойчивости. Приведение моментов статической нагрузки, моментов инерции и упругих элементов. Выдача задания на курсовое проектирование. /Пр/</p> | 6 | 4 | <p>ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-В1 УК-4-В1</p> | <p>Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | | Р1 |
| 2.3 | <p>Исследование механических переходных процессов в одномассовых и двухмассовых системах. /Лаб/</p> | 6 | 2 | <p>ОПК-3-31 ПК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1</p> | <p>Л1.1 Л1.3Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | | |
| 2.4 | <p>Механические переходные процессы в многомассовых системах. Графические методы расчетов механических переходных процессов. Выполнение курсового проекта. /Ср/</p> | 6 | 20 | <p>ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ПК-2-В1 УК-4-В1</p> | <p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | КМ2,КМ1 | |

| | Раздел 3. Электромеханическая часть электропривода | | | | | | | |
|-----|---|---|----|------------------|---|--|-------------|----|
| 3.1 | Статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ). Тормозные режимы работы электропривода с ДПТ НВ. Способы регулирования скорости ДПТ НВ. Методы расчетов пусковых диаграмм ДПТ НВ. Статические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ ПВ). Тормозные режимы работы электропривода. Статические характеристики асинхронного двигателя (АД) в двигательном и тормозных режимах работы. Динамическое торможение асинхронного двигателя с независимым возбуждением и с самовозбуждением. Характеристики АД при питании от источника напряжения и от источника тока. Регулирование скорости асинхронного двигателя асинхронного двигателя. Методы расчета пусковых диаграмм асинхронного двигателя. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. Влияние различных законов управления на вид механических характеристик. Регулирование скорости асинхронного двигателя введением противо-ЭДС в цепь ротора. Механический и электромеханический каскады. Электропривод с синхронным двигателем. Уравнение угловой характеристики. Тормозные режимы синхронного привода. Способы регулирования скорости синхронного двигателя. /Лек/ | 6 | 10 | ОПК-3-31 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ2,К М1 | Р1 |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|--|---|--|-------------|----|
| 3.2 | Расчет естественных и искусственных характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Расчет естественных и искусственных характеристик асинхронного двигателя. Расчет структурных схем электропривода постоянного и переменного токов. /Пр/ | 6 | 8 | ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-В1 УК-3-У1 | Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ2,К М1 | Р1 |
| 3.3 | Исследование электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Исследование электропривода с асинхронным двигателем /Лаб/ | 6 | 10 | ПК-2-В1 УК-3-У1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 | Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | | Р1 |
| 3.4 | Способы регулирования скорости электропривода с ДППТ ПВ с шунтирование и без шунтирования. Динамическое торможение асинхронного двигателя с самовозбуждением. Энергетические диаграммы для различных режимов работы каскадов. Статические характеристики АД в каскадных схемах. Расчет характеристик динамического торможения АД. Выполнение курсового проекта. /Ср/ | 6 | 24 | ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ2,К М1 | Р1 |
| | Раздел 4. Динамические характеристики электропривода | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|--|--------------------------------------|--|---------------------|-----------|
| 4.1 | <p>Механические переходные процессы. Причины возникновения переходных процессов. Электромеханическая постоянная времени и ее физический смысл. Аналитические методы расчетов механических переходных процессов. Переходные процессы при $M, M_c = \text{const}$ и при $M_c = \text{const}, M$ линейно зависящей от скорости. Электромагнитные переходные процессы. Влияние электромагнитной инерции на переходные процессы в ЭП. Электромагнитная постоянная времени. Причины возникновения колебаний во время переходных процессов. Методы расчетов электромеханических переходных процессов: классический, с использованием универсальных расчетных кривых. Динамическая характеристика электропривода. Методы расчета и построения. Пуск двигателей постоянного тока в системе ТП-Д от задатчика интенсивности. Использование форсировки возбуждения генератора в системе Г-Д. Определение коэффициента форсировки. Переходные процессы в ДПТ НВ при регулировании скорости током возбуждения. Переходные процессы асинхронного привода. Особенности динамических характеристик асинхронного короткозамкнутого двигателя. Переходные процессы синхронного привода. /Лек/</p> | 6 | 10 | <p>ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1</p> | <p>Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | <p>КМ2,К М1</p> | <p>Р1</p> |
| 4.2 | <p>Расчет переходных процессов в электроприводе постоянного и переменного тока. Расчет пуска от задатчика интенсивности. Расчет пуска в системах с форсировкой (на примере системы Г-Д). /Пр/</p> | 6 | 8 | <p>ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-3-У1 УК-3-В1</p> | <p>Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p> | | <p>КМ2,К М1</p> | <p>Р1</p> |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|--|---------------------------|--|----------|----|
| 4.3 | Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе /Лаб/ | 6 | 6 | ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 | Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | | |
| 4.4 | Графические методы расчетов пусковых диаграмм ДПТ НВ. Способы регулирования скорости электропривода с ДПТ ПВ с шунтирование и без шунтирования. Расчет статических характеристик ДПТ ПВ с использованием универсальных кривых. Выполнение курсового проекта. /Ср/ | 6 | 26 | ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-В1 УК-3-У1 УК-3-В1 | Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ2,К М1 | Р1 |
| | Раздел 5. Регулирование координат электропривода | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|---|--|--|-----|----|
| 5.1 | <p>Общие вопросы регулирования координат</p> <p>Требования к регулированию координат ЭП. Понятие о методах синтеза систем электропривода.</p> <p>Стандартные настройки регулируемого электропривода.</p> <p>Регулирование момента (тока) электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП-Д.</p> <p>Введение обратной связи (положительной и отрицательной) по току. Последовательная коррекция контура регулирования тока на примере системы ТП - Д.</p> <p>Регулирование скорости электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП-Д с отрицательной обратной связью по скорости.</p> <p>Коррекция контура регулирования скорости. Двухконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока.</p> <p>Настройка контура скорости на модульный оптимум. Трехконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока.</p> <p>Настройка контура скорости на симметричный оптимум.</p> <p>Регулирование момента асинхронного двигателя в разомкнутой и замкнутой системах.</p> <p>Система ПЧ-АД с положительной обратной связью по скорости.</p> <p>Регулирование скорости асинхронного двигателя при изменении подводимого напряжения к статору.</p> <p>Система ТРН-АД.</p> <p>Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя.</p> <p>Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя в замкнутой системе ПЧ-АД, построенной по принципу ЧНУ без стабилизации и со стабилизацией потока.</p> <p>Асинхронный двигатель в системе стабилизации потока с</p> | 6 | 12 | <p>ОПК-3-31</p> <p>ОПК-3-У1</p> <p>ОПК-3-В1 ПК-2-31</p> <p>ПК-2-У1</p> <p>ПК-2-В1 УК-1-31</p> <p>УК-1-У1</p> <p>УК-1-В1 УК-3-31</p> <p>УК-3-У1</p> <p>УК-3-В1</p> | <p>Л1.3Л2.3Л3.2</p> <p>Л3.3 Л3.4</p> <p>Э1</p> | | КМ1 | Р1 |
|-----|--|---|----|---|--|--|-----|----|

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|---|-------------------------------------|--|-------------|----|
| | отрицательной обратной связью по потоку; с отрицательной обратной связью по ЭДС; с положительной обратной связью по току статора. Механические характеристики для каждого случая. Влияние коэффициента усиления на вид статических характеристик. Понятие о частотно-токовом управлении асинхронного двигателя. Частотное регулирование скорости синхронного двигателя. Регулирование положения. Точное позиционирование электропривода (точный останов). /Лек/ | | | | | | | |
| 5.2 | Расчет параметров регуляторов(тока, скорости и положения) при последовательной коррекции в системе ТП-Д. /Пр/ | 6 | 8 | ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 | Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ1 | Р1 |
| 5.3 | Исследование системы ТП-Д. Исследование системы ПЧ-АД. /Лаб/ | 6 | 8 | ПК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 | Л1.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | | |
| 5.4 | Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования. Характеристики АД при питании от источника напряжения и от источника тока. Выполнение курсового проекта. /Ср/ | 6 | 28 | ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-В1 | Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ2,К М1 | Р1 |
| | Раздел 6. Энергетика электропривода | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|---|--|--|-------------|----|
| 6.1 | Энергетические режимы работы электропривода. Баланс мощностей и энергетические характеристики электропривода. Потери энергии в переходных и установившихся режимах работы электропривода. Общие сведения о выборе электродвигателей. Выбор двигателей по нагрузочной диаграмме. Классификация режимов работы электропривода. Выбор двигателей и проверка для длительного режима работы. Выбор двигателей и проверка для кратковременного и повторно - кратковременного режимов работы. /Лек/ | 6 | 10 | ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 | Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ1,К М2 | Р1 |
| 6.2 | Выбор и проверка двигателя в различных режимах работы. Оценка потерь энергии при пуске, торможении и номинальном режимах работы. /Пр/ | 6 | 4 | ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-4-31 | Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | | Р1 |
| 6.3 | Исследование энергетических показателей электропривода по системе ТП-Д. Исследование энергетических показателей электропривода по системе ПЧ-АД. /Лаб/ | 6 | 6 | ПК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 | Л1.3Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | | |
| 6.4 | Расчет энергетических показателей электропривода. Потери энергии при переходных процессах в системах ТП-Д. Потери энергии в вентильных преобразователях. Определение допустимого числа включений асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Выбор двигателя для следящего привода. Выбор двигателя для приводов с пиковой нагрузкой. Завершение выполнения и защита курсового проекта. /Ср/ | 6 | 32 | ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-4-31 | Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ1,К М2 | Р1 |
| 6.5 | /Экзамен/ | 6 | 36 | ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 | | КМ1 | |