

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	Математика	
2.1.2	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.3	Прикладная механика	
2.1.4	Теоретические основы электротехники	
2.1.5	Теория вероятностей и математическая статистика	
2.1.6	Физические основы электроники	
2.1.7	Электротехническое и конструкционное материаловедение	
2.1.8	Информатика	
2.1.9	Физика	
2.1.10	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Моделирование в электроприводе	
2.2.2	Общая энергетика	
2.2.3	Основы математического моделирования	
2.2.4	Основы микропроцессорной техники	
2.2.5	Проектирование электротехнических устройств	
2.2.6	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.7	САПР устройств электроники	
2.2.8	Силовая электроника	
2.2.9	Системы управления электроприводов	
2.2.10	Электрические и электронные аппараты	
2.2.11	Электроснабжение промышленных предприятий	
2.2.12	Элементы систем автоматики	
2.2.13	Автоматизация типовых технологических процессов	
2.2.14	Автоматизированный электропривод типовых технологических процессов	
2.2.15	Аппаратные средства и программное обеспечение контроллеров	
2.2.16	Научно-исследовательская работа	
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.18	Преддипломная практика	
2.2.19	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	Определение "электропривода". Структурная схема электропривода. Классификация электроприводов. Перспективные направления в приводе. /Лек/	3	2	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 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
1.2	Схема обобщенной двухполюсной машины и система уравнений, описывающих её. Выдача задания на курсовое проектирование. /Пр/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.2 Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
1.3	Общие требования к электроприводу. Классификация электроприводов по виду движения, типу двигателей и т.п. Показатели работы электропривода. Преобразования координат. Линейные, фазные преобразования координат. /Ср/	3	30	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 2. Механическая часть электромеханических систем							
2.1	Расчетная схема одномассовой системы. Типовые статические нагрузки. Основное уравнение движения электропривода. Статический режим работы электропривода. Понятие об жесткости механических характеристик. Понятие об устойчивости установившегося движения. /Лек/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
2.2	Приведение моментов статической нагрузки, моментов инерции и упругих элементов. /Пр/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1

2.3	Исследование механических переходных процессов в одномассовых и двухмассовых системах. /Лаб/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
2.4	Структурная схема и передаточная функция одномассовой системы. Расчетная схема многомассовой системы. Преобразование двухмассовой системы к одномассовой системе. Уравнение движения для многомассовых систем. Анализ основного уравнения. Графический и аналитический методы определения устойчивости. Механические переходные процессы в многомассовых системах. Графические методы расчетов механических переходных процессов. Выполнение курсового проекта. /Ср/	3	40	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
	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. Статические характеристики асинхронного двигателя (АД) в двигательном и тормозных режимах работы. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. /Лек/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
3.2	Расчет структурных схем электропривода постоянного и переменного тока. /Пр/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1

3.3	Исследование электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Исследование электропривода с асинхронным двигателем /Лаб/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
3.4	Расчет характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Статические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ ПВ). Тормозные режимы работы электропривода. Методы расчета пусковых диаграмм двигателя постоянного тока независимого и последовательного возбуждений. Способы регулирования скорости электропривода с ДПТ ПВ с шунтированием и без шунтирования. Расчет характеристик асинхронного двигателя. Методы расчет пусковых диаграмм асинхронного двигателя с фазным ротором. Динамическое торможение асинхронного двигателя с самовозбуждением. Характеристики АД при питании от источника напряжения и от источника тока. Регулирование скорости асинхронного двигателя асинхронного двигателя. Регулирование скорости асинхронного двигателя введением противо-ЭДС в цепь ротора. Энергетические диаграммы для различных режимов работы каскадов. Статические характеристики АД в каскадных схемах. Расчет характеристик динамического торможения АД. Электропривод с синхронным двигателем. Уравнение угловой характеристики. Тормозные режимы синхронного привода. Способы регулирования скорости синхронного двигателя. Выполнение курсового проекта. /Ср/	3	30	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1

	Раздел 4. Динамические характеристики электропривода							
4.1	Механические переходные процессы. Расчеты электромеханических переходных процессов. Пуск двигателей постоянного тока в системе ТП-Д от задатчика интенсивности. Переходные процессы асинхронного привода. /Лек/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
4.2	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/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
4.3	Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. /Лаб/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1

4.4	<p>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. Динамическая характеристика электропривода. Влияние электромагнитной инерции на переходные процессы в ЭП. Электромагнитная постоянная времени. Причины возникновения колебаний во время переходных процессов. Электромагнитные переходные процессы. Выполнение курсового проекта. Использование форсировки возбуждения генератора в системе Г-Д. Переходные процессы в ДПТ НВ при регулировании скорости током возбуждения. Особенности динамических характеристик асинхронного короткозамкнутого двигателя. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе. Переходные процессы синхронного привода. /Ср/</p>	3	50	<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-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-4-31 УК-4-У1</p>	<p>Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p>		КМ1	Р1
	<p>Раздел 5. Регулирование координат электропривода</p>							

5.1	Регулирование момента (тока) электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП-Д. Последовательная коррекция контура регулирования тока на примере системы ТП - Д. Коррекция контура регулирования скорости. Двухконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока. Настройка контура скорости на модульный оптимум. Настройка контура скорости на симметричный оптимум. Система ПЧ-АД с положительной обратной связью по скорости. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. Частотное регулирование скорости синхронного двигателя. /Лек/	3	6	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 УК-4-У1	Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
5.2	Расчет параметров регуляторов(тока, скорости и положения) при последовательной коррекции в системе ТП-Д /Пр/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
5.3	Исследование системы ТП-Д. Исследование системы ПЧ-АД. /Лаб/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1

5.4	<p>Понятие о методах синтеза систем электропривода. Требования к регулированию координат ЭП. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования. Общие вопросы регулирования координат. Стандартные настройки регулируемого электропривода. Введение обратной связи (положительной и отрицательной) по току. Регулирование скорости электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП-Д с отрицательной обратной связью по скорости. Трехконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока. Регулирование момента асинхронного двигателя в разомкнутой и замкнутой системах. Регулирование скорости асинхронного двигателя при изменении подводимого напряжения к статору. Система ТРН-АД. Характеристики АД при питании от источника напряжения и от источника тока. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя в замкнутой системе ПЧ-АД, построенной по принципу ЧНУ без стабилизации и со стабилизацией потока. Асинхронный двигатель в системе стабилизации потока с 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. Регулирование положения. Точное позиционирование электропривода (точный останов). Выполнение курсового проекта. /Ср/</p>	3	60	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 УК-4-У1	Л1.3Л2.3Л3. 2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	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/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
6.2	Выбор и проверка двигателя в различных режимах работы. Расчет энергетических показателей электропривода. Оценка потерь энергии при пуске, торможении и номинальном режимах работы. /Пр/	3	2	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 УК-4-У1	Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
6.3	Определение допустимого числа включений асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Выбор двигателя для следящего привода. Выбор двигателя для приводов с пиковой нагрузкой. Потери энергии при переходных процессах в системах ТП-Д. Потери энергии в вентильных преобразователях. Завершение выполнения и защита курсового проекта. /Ср/	3	33	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 УК-4-У1	Л1.3Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
6.4	/Экзамен/	3	9	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 УК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	