

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоение дисциплины: сформировать у обучающихся широкое представление о системах управления электроприводами, о их физических основах и принципах управления.
1.2	Задачи: научить составлять электрические принципиальные, функциональные, монтажные схемы электропривода, определять их параметры, рассчитывать параметры различных режимов работы с использованием ЭВМ и уметь проектировать надежные и экономические силовые части электропривода.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Моделирование в электроприводе	
2.1.2	Основы математического моделирования	
2.1.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.4	Силовая электроника	
2.1.5	Теория электропривода	
2.1.6	Цифровая и аналоговая электроника	
2.1.7	Метрология	
2.1.8	Основы теории эксперимента	
2.1.9	Проектный подход в технике	
2.1.10	Теория автоматического управления	
2.1.11	Электрические и электронные аппараты	
2.1.12	Электрические машины	
2.1.13	Элементы систем автоматики	
2.1.14	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.15	Экология	
2.1.16	Электротехническое и конструкционное материаловедение	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: эксплуатация объектов профессиональной деятельности
Знать:
ПК-3-31 возможности применяемых систем управления для обеспечения заданных технологических требований
ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности
Знать:
ПК-2-31 способы проектирования электроприводов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией
ПК-3: эксплуатация объектов профессиональной деятельности
Уметь:
ПК-3-У1 применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики при эксплуатации электропривода
ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности
Уметь:
ПК-2-У1 выполнять проектирование электроприводов, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК-3: эксплуатация объектов профессиональной деятельности
Владеть:
ПК-3-В1 возможностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования
ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности
Владеть:
ПК-2-В1 способами проектирования элементов электропривода и способами проверки правильности его работы

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. Цели и задачи автоматического управления							
1.1	Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП). Обобщенная структура автоматизированного электропривода; силовой и информационный каналы, система управления электропривода, система управления электроприводом; их состав и взаимодействие. Основные функции систем автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые системы. /Лек/	7	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Расчёт пусковых сопротивлений асинхронных двигателей с фазным ротором. /Пр/	7	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.3	Типовые управляющие и возмущающие воздействия в электроприводах. Показатели качества регулирования. Расчёт тормозных сопротивлений асинхронных двигателей с фазным ротором для режима динамического торможения. Расчёт тормозных сопротивлений асинхронных двигателей с фазным ротором для режима торможения противовключением. /Ср/	7	16	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.4	Системы автоматического регулирования с обратной связью по скорости /Пр/	7	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	Раздел 2. Принципы построения замкнутых систем автоматического управления электроприводов							

2.1	Электрический двигатель как объект управления, управляемые координаты, типовые управляющие и возмущающие воздействия. Задачи управления. Обратные связи и их назначение. Классификация замкнутых САУ ЭП: по принципу действия, по выходным регулируемым координатам, по виду управления, по выполняемым функциям. Структуры замкнутых систем управления электроприводов: одно- и многоконтурные структуры, параллельное и подчиненное регулирование. Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат. /Лек/	7	10	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Общие принципы определения передаточных функций регуляторов в системах подчиненного регулирования. /Пр/	7	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.3	Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров однократноинтегрирующей двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Пр/	7	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.4	Вопросы практической оптимизации контура системы подчиненного регулирования: отработка возмущающих воздействий, ограничение координат, внутренние перекрестные обратные связи, чувствительность к переменным параметрам и т.д. /Ср/	7	16	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров двухкратноинтегрирующей двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Пр/	7	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		

2.6	Исследование реостатного пуска двигателя постоянного тока с независимым возбуждением /Лаб/	7	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.7	Оптимизация контура регулирования по модульному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования. Оптимизация контура регулирования по симметричному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования. /Ср/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
2.8	Исследование автоматизированного электропривода постоянного тока, как объекта управления /Лаб/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.9	Регулятор положения и трёхконтурные замкнутые системы /Ср/	7	11	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	Р2
	Раздел 3. Автоматические системы управления скоростью электроприводов							
3.1	Требования к системам управления скоростью. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как объект управления. Математическое описание, структурная схема, характеристики. Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока (ТП-ДПТ). Функциональная схема. Математическое описание силовой цепи. /Лек/	7	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.2	Типовые структуры автоматических систем управления скоростью тиристорных электроприводов постоянного тока. /Ср/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.3	Исследование реверсивного тиристорного преобразователя /Лаб/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.4	Параметрирование преобразователей частоты электроприводов промышленных механизмов /Ср/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	Р3

3.5	Двухконтурная структура регулируемого тиристорного электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. Структурная схема силовой цепи, параметры. Оптимизация контура тока по модульному оптимуму: методика, характеристики, показатели качества регулирования. Оптимизация контура скорости по модульному и симметричному оптимуму: методика, характеристики, показатели качества регулирования. Отработка контуром скорости возмущающих воздействий при настройке на модульный и симметричный оптимумы. Влияние ЭДС двигателя на процессы в контуре тока, способы компенсации влияния ЭДС и учета внутренней обратной связи по ЭДС при настройке. Особенности построения системы автоматического управления регулируемого электропривода (САУ РЭП), связанные со свойствами тиристорного преобразователя. Статические характеристики системы ТП-ДПТ с обратной связью по скорости. /Лек/	7	10	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.6	Исследование двухконтурной системы регулирования /Лаб/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.7	Выполнение курсовой работы. /Ср/	7	21	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.8	Проведение экзамена /Экзамен/	7	36	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1			КМ9	

3.9	Система двухзонного регулирования скорости тиристорного электропривода постоянного тока. Функциональная схема. Математическое описание цепи обмотки возбуждения двигателя, структурные схемы, параметры. Оптимизация контура тока возбуждения двигателя с ПИ- и П-регулятором. Оптимизация контура ЭДС двигателя с ПИ- И- и П-регулятором. Типовые структуры двухзонного тиристорного электропривода постоянного тока. Примеры практической реализации. /Лек/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.10	Асинхронный двигателя как объект управления. Математическое описание асинхронного двигателя в векторной форме: дифференциальные уравнения, системы координат и их взаимосвязь, схемы замещения, структурные схемы. Типовые системы управления частотно-регулируемых электроприводов: системы асинхронного электропривода с частотно-параметрическим, частотно-токовым скалярным и частотно-токовым векторным регулированием скорости. /Лек/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.11	Моделирование процессов в разомкнутых системах скалярного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. /Пр/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.12	Моделирование процессов в замкнутых системах скалярного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов с обратной связью по скорости. /Пр/	8	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.13	Моделирование процессов в системах векторного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. /Пр/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

3.14	Моделирование процессов в синхронном двигателе с постоянными магнитами. Математическая модель и расчет ее параметров. /Пр/	8	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.15	Выбор и расчет элементов электропривода /Лаб/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.4 Л3.5 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.16	Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода: разомкнутые системы, в том числе с коррекцией вольт-частотной характеристики; замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора (IR–компенсация или компенсация нагрузки); замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора и повышением жесткости статических характеристик (IR–компенсация и компенсация скольжения); замкнутые системы с обратной связью по скорости. /Лек/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.17	Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Структурная схема силовой цепи, параметры. Оптимизация контура тока с инерционной обратной связью и ПИ-регулятором: методика, характеристики, показатели качества регулирования. Оптимизация контура скорости с инерционной обратной связью. Методика оптимизации контура скорости с П- и ПИ-регулятором, характеристики, показатели качества регулирования. Отработка контуром скорости с П- и ПИ-регулятором возмущающих воздействий: характеристики, показатели качества. /Лек/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

3.18	Исследование свойств задатчика интенсивности /Лаб/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.19	Структурная схема системы автоматического управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением. Статические характеристики асинхронного электропривода с векторным управлением. Функциональные схемы систем векторного управления с датчиком обратной связи и бездатчиковых систем, качественные показатели, области практического применения. Вопросы практической реализации систем асинхронного частотно-регулируемого электропривода. /Ср/	8	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ6	Р7
	Раздел 4. Автоматические системы управления положением механизмов							
4.1	Принципы построения систем управления положением. Позиционирование и слежение – основные режимы работы систем управления положением. Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Требования к электроприводу. Структурная схема. Настройка контура положения на модульный и линейный оптимум. Методики, характеристики, качественные показатели. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений. Реализация требуемого закона перемещения, параболический регулятор положения. /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

4.2	Синтез систем управления положением, работающих в режиме слежения. Задача следящего управления. Требования к электроприводу. Оценка точности следящего электропривода. Понятия добротности по скорости и ускорению. Методы определения добротности. Методы повышения точности при отработке управляющих воздействий: повышение порядка астатизма, комбинированное управление. Ошибки системы при основном возмущении и пути их уменьшения. Влияние особенностей механизма на работу следящего электропривода. /Лек/	8	3	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.3	Системы автоматического регулирования с токовой отсечкой /Пр/	8	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	Раздел 5. Адаптация в автоматических системах управления электроприводов							
5.1	Поисковые адаптивные системы. Критерии качества, методы поиска экстремума. Область применения и особенности организации поисковых систем управления электроприводов. Перспективы развития принципов адаптивного управления в электроприводе. /Лек/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.2	Адаптивные системы с переключающейся структурой регуляторов. Адаптивные системы с эталонными моделями и наблюдателями состояния. Адаптивные системы с самонастройкой. Структуры, принцип действия, примеры практической реализации. /Ср/	8	11	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	Раздел 6. Микропроцессорные системы управления электроприводов							

6.1	Классификация цифровых электроприводов, функциональные схемы. Особенности цифровых систем управления: квантование сигналов по времени и уровню. Расчет цифровых контуров регулирования. Особенности реализации цифрового контура положения в системах управления положением механизма, учет эффектов квантования по времени и уровню. Особенности цифровой реализации электроприводов переменного тока, учет квантования по времени и уровню. /Лек/	8	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
6.2	Исследование переходных процессов в линейных цепях возбуждения электрических машин при форсировке /Лаб/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.5 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
6.3	Исследование структурной схемы асинхронного двигателя /Лаб/	8	3		Л1.1Л2.1Л3.6 Л3.7	Групповое занятие	КМ8	Р9
6.4	Выполнение контрольной работы /Ср/	8	28	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4			Р10
6.5	Подготовка к экзамену /Ср/	8	20	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ9	
6.6	Проведение экзамена /Экзамен/	8	36	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4		КМ9	