

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	Метрология	
2.1.2	Основы теории эксперимента	
2.1.3	Проектный подход в технике	
2.1.4	Теория автоматического управления	
2.1.5	Теория электропривода	
2.1.6	Цифровая и аналоговая электроника	
2.1.7	Электрические машины	
2.1.8	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.9	Экология	
2.1.10	Электротехническое и конструкционное материаловедение	
2.1.11	Персональная эффективность	
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/	4	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Расчёт пусковых сопротивлений асинхронных двигателей с фазным ротором. /Пр/	5	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 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/	4	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.4	Системы автоматического регулирования с обратной связью по скорости /Пр/	4	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 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/	4	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Общие принципы определения передаточных функций регуляторов в системах подчиненного регулирования. /Пр/	4	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров однокрантноинтегрирующей двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Ср/	4	15	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 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/	4	20	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров двухкрантноинтегрирующей двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Пр/	4	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			

2.6	Исследование реостатного пуска двигателя постоянного тока с независимым возбуждением /Лаб/	4	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
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/	4	20	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
2.8	Исследование автоматизированного электропривода постоянного тока, как объекта управления /Лаб/	4	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.9	Регулятор положения и трёхконтурные замкнутые системы /Ср/	4	20	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.3 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/	4	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.2	Типовые структуры автоматических систем управления скоростью тиристорных электроприводов постоянного тока. /Ср/	4	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.3	Исследование реверсивного тиристорного преобразователя /Лаб/	4	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.4	Параметрирование преобразователей частоты электроприводов промышленных механизмов /Ср/	4	10	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			

3.5	<p>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/</p>	5	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.6	<p>Исследование частотно-регулируемых асинхронных электроприводов скалярными системами управления Выполнение курсового проекта /Ср/</p>	4	28	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р4
3.7	Подготовка к экзамену /Ср/	4	21	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ7	
3.8	Проведение экзамена /Экзамен/	4	9	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2		КМ7	

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/	5	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 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. /Ср/	5	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.11	Моделирование процессов в разомкнутых системах скалярного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. /Пр/	5	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.12	Моделирование процессов в замкнутых системах скалярного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов с обратной связью по скорости. /Ср/	5	16	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.13	Выбор и расчет элементов электропривода /Лаб/	5	3	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.4 Л3.5 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4	Р5
3.14	Исследование свойств задатчика интенсивности /Лаб/	5	3	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ5	Р6

3.15	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/	5	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4,К М5	Р5,Р6
	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/	5	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 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/	5	3	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.3	Системы автоматического регулирования с токовой отсечкой /Пр/	5	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 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/	5	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 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/	5	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 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. /Ср/	5	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
6.2	Исследование переходных процессов в линейных цепях возбуждения электрических машин при форсировке /Лаб/	5	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.5 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4			Р7
6.3	Выполнение контрольной работы /Ср/	5	32	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4			Р8
6.4	Подготовка к экзамену /Ср/	5	25	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ7	
6.5	Проведение экзамена /Экзамен/	5	9	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ7	