

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
 Должность: Директор филиала  
 Дата подписания: 18.05.2023 09:10:18  
 Уникальный программный ключ:  
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
 Новотроицкий филиал

## Аннотация рабочей программы дисциплины Системы управления электроприводов

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	288	Формы контроля в семестрах: экзамен 7, 8 курсовой проект 8
в том числе:		
аудиторные занятия	122	
самостоятельная работа	103	
часов на контроль	63	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		10			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	18	18	35	35
Лабораторные	17	17	9	9	26	26
Практические	34	34	27	27	61	61
В том числе инт.	23	23	15	15	38	38
Итого ауд.	68	68	54	54	122	122
Контактная работа	68	68	54	54	122	122
Сам. работа	40	40	63	63	103	103
Часы на контроль	36	36	27	27	63	63
Итого	144	144	144	144	288	288

**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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.2	Силовая электроника	
2.1.3	Теория электропривода	
2.1.4	Цифровая и аналоговая электроника	
2.1.5	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.1.6	Электрические и электронные аппараты	
2.1.7	Электрические машины	
2.1.8	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.9	Проектный подход в технике	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способен эксплуатировать электромеханические системы и автоматизированные системы управления электроприводов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 возможности применяемых систем управления для обеспечения заданных технологических требований	
<b>ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 способы проектирования электроприводов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	
<b>ПК-3: Способен эксплуатировать электромеханические системы и автоматизированные системы управления электроприводов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У1 применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики при эксплуатации электропривода	
<b>ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 выполнять проектирование электроприводов, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	
<b>ПК-3: Способен эксплуатировать электромеханические системы и автоматизированные системы управления электроприводов</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-3-В1 возможностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования	
<b>ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий</b>	
<b>Владеть:</b>	
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
	<b>Раздел 1. Цели и задачи автоматического управления</b>							
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	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			
1.2	Расчёт пусковых сопротивлений асинхронных двигателей с фазным ротором. /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			
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	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			
1.4	Системы автоматического регулирования 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			
	<b>Раздел 2. Принципы построения замкнутых систем автоматического управления электроприводов</b>							

2.1	<p>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/</p>	7	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			
2.2	<p>Общие принципы определения передаточных функций регуляторов в системах подчиненного регулирования. /Пр/</p>	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	Групповое занятие		
2.3	<p>Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров однократноинтегрирующей и двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Пр/</p>	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			
2.4	<p>Вопросы практической оптимизации контура системы подчиненного регулирования: отработка возмущающих воздействий, ограничение координат, внутренние перекрестные обратные связи, чувствительность к переменным параметрам и т.д. /Ср/</p>	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			
2.5	<p>Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров двухкратноинтегрирующей и двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Пр/</p>	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	КМ1	Р1
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	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			
	<b>Раздел 3. Автоматические системы управления скоростью электроприводов</b>							
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	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			
3.2	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	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 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 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	Р3

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>	7	10	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			
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	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
3.7	Выполнение контрольной работы. Подготовка к экзамену /Ср/	7	8	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		КМ9	Р5
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	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7		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	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 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	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	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	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			
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
	<b>Раздел 4. Автоматические системы управления положением механизмов</b>							
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	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			
	<b>Раздел 5. Адаптация в автоматических системах управления электроприводов</b>							
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			
	<b>Раздел 6. Микропроцессорные системы управления электроприводов</b>							

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	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	КМ8	Р9
6.4	Выполнение курсового проекта /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	27	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	