

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 28.08.2023 10:33:47
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

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **9 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 324

в том числе:

аудиторные занятия 52

самостоятельная работа 254

часов на контроль 18

Формы контроля на курсах:
экзамен 4, 5
курсовой проект 4

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс | 4 | | 5 | | Итого | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| | уп | рп | уп | рп | | |
| Лекции | 12 | 12 | 8 | 8 | 20 | 20 |
| Лабораторные | 8 | 8 | 8 | 8 | 16 | 16 |
| Практические | 8 | 8 | 8 | 8 | 16 | 16 |
| Итого ауд. | 28 | 28 | 24 | 24 | 52 | 52 |
| Контактная работа | 28 | 28 | 24 | 24 | 52 | 52 |
| Сам. работа | 143 | 143 | 111 | 111 | 254 | 254 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | 9 | 9 | 18 | 18 |
| Итого | 180 | 180 | 144 | 144 | 324 | 324 |

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 | Проектный подход в технике | |
| 2.1.3 | Теория автоматического управления | |
| 2.1.4 | Теория электропривода | |
| 2.1.5 | Цифровая и аналоговая электроника | |
| 2.1.6 | Электрические машины | |
| 2.1.7 | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений | |
| 2.1.8 | Экология | |
| 2.1.9 | Электротехническое и конструкционное материаловедение | |
| 2.1.10 | 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 | <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> | 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 | <p>Общие принципы определения передаточных функций регуляторов в системах подчиненного регулирования. /Пр/</p> | 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 | <p>Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров однократноинтегрирующей двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Ср/</p> | 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 | <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> | 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 | <p>Определение передаточных функций регуляторов и расчет параметров двухкратноинтегрирующей двухконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости. /Пр/</p> | 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 | |