

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Электрические машины и автоматизированный электропривод Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Валиахметов Р.Р.

Рецензент(ы): Галиакбаров А.Т.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Симонова Л. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Валиахметов Р.Р. (Кафедра автоматизации и управления, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RRValiahmetov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-23	способностью выполнять работы по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламентному техническому, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, средств программного обеспечения, сертификационным испытаниям изделий
ПК-26	способностью участвовать в организации приемки и освоения вводимых в эксплуатацию оборудования, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления
ПК-7	способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК-8	способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

функциональное назначение и принципы построения электромеханических систем, организацию управления в разомкнутых и замкнутых электромеханических системах, режимы работы электромеханических систем и принципы построения замкнутых ЭМС на основе подчиненного (многоконтурного) регулирования;

Должен уметь:

технически грамотно выбирать двигатели для разомкнутых и замкнутых систем при различных режимах их работы, составлять схемы управления двигателями постоянного и переменного тока по разомкнутой схеме, выбирать структуру и уметь рассчитывать замкнутые ЭМС, построенных по принципу одноконтурных и многоконтурных систем регулирования;

Должен владеть:

навыками построения электромеханических систем, построенных по принципу одноконтурных и многоконтурных систем регулирования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств ()" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 10 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 177 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Разомкнутые электромеханические системы	5	1	0	0	4
2.	Тема 2. Схемы управления электродвигателями.	5	1	0	0	5
3.	Тема 3. Пуск двигателя в функции времени. Автоматизация процессов торможения и реверсирования электродвигателей.	5	1	0	0	6
5.	Тема 5. Устройства защиты электрических двигателей	5	1	0	0	6
6.	Тема 6. Моменты сопротивления электропривода	5	0	0	0	5
7.	Тема 7. Выбор двигателей по мощности для разомкнутых систем управления. Выбор двигателей по мощности для замкнутых систем управления.	5	0	0	0	6
9.	Тема 9. Выбор шаговых двигателей.	6	1	2	0	10
10.	Тема 10. Классификация структурных схем замкнутых электромеханических систем.	6	1	0	4	10
11.	Тема 11. Проектирование замкнутых ЭМС.	6	1	4	0	10
12.	Тема 12. Системы регулирования скорости. Построение и расчет систем подчиненного регулирования.	6	1	0	4	28
14.	Тема 14. Управление скоростью электроприводов при упругой связи двигателя с исполнительным механизмом.	6	1	0	2	28
15.	Тема 15. Дискретные системы управления электроприводами.	6	1	4	0	30
16.	Тема 16. Роль автоматизированного электропривода и повышение качества ЭМС для современного автоматизированного производства.	6	0	0	0	29
	Итого		10	10	10	177

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Разомкнутые электромеханические системы

Разомкнутые электромеханические системы (ЭМС). Классификация ЭМС.

- ? по основной управляемой координате
- ? по типу используемого двигателя
- ? по типу преобразовательного устройства
- ? по возможности регулирования? по способу управления двигателем; Применение электромагнитов и трансформаторов в системах автоматизации.

Тема 2. Схемы управления электродвигателями.

Схемы управления электродвигателями. Схема управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором. Схема блокировки последовательности управления двух электродвигателей. ?Изучение конструкции и характеристик магнитных цепей с постоянной магнитодвижущей силой? Классификация электродвигателей.

Тема 3. Пуск двигателя в функции времени. Автоматизация процессов торможения и реверсирования электродвигателей.

Пуск двигателя в функции времени. Схема управления в функции времени асинхронного двигателя переключением со Y на Δ . Схема управления в функции времени асинхронного двигателя с фазным ротором. Схема управления в функции времени ступенчатого пуска асинхронного двигателя. Схема управления в функции времени двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Тема 5. Устройства защиты электрических двигателей

Устройства защиты электрических двигателей и цепей управления ими. Методы управления ЭД. Какая защита называется максимальной?

- 3 Назначение, конструкция, принцип работы предохранителей.
- 4 Назначение, конструкция, принцип работы максимального реле прямого действия.
- 5 Назначение, конструкция, принцип работы УМЗ.
- 6 Назначение, конструкция, принцип работы защиты от неполнофазного режима работы электродвигателя.

Тема 6. Моменты сопротивления электропривода

Моменты сопротивления, создаваемые исполнительными механизмами. Определение "статический момент" или момент сопротивления механизма.

Виды статических моментов (активный и реактивный)

Приведение статических моментов к валу электродвигателя

Расчёт мощности электродвигателя на примере упрощенного электропривода лебёдки

Приведение моментов инерции к одной оси вращения.

Приведение масс, движущихся поступательно, к валу двигателя? Изучение аппаратуры управления и защиты, простейших схем управления электропривода?

Тема 7. Выбор двигателей по мощности для разомкнутых систем управления. Выбор двигателей по мощности для замкнутых систем управления.

Выбор двигателей по мощности для разомкнутых систем управления. Общие положения выбора мощности электродвигателей. Режимы работы электродвигателей по условиям нагрева. Нагрев и охлаждение двигателей при продолжительном режиме работы. Постоянные времена нагрева и охлаждения. Выбор мощности электродвигателя для продолжительного режима работы при неизменной нагрузке. Расчет мощности двигателя по методу средних потерь и методу эквивалентных величин: тока, мощности. Пределы применимости эквивалентных величин. Нагрев и охлаждение двигателей при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Коэффициенты тепловой и механической нагрузки. понятие относительной продолжительности включения электродвигателя. выбор мощности двигателей при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы, перерасчет при переходе от одной продолжительности включения к другой.

Тема 9. Выбор шаговых двигателей.

Выбор шаговых двигателей. Дискретный разомкнутый электропривод с шаговым электродвигателем. Выбор шагового двигателя по скорости. Выбор шагового двигателя по шагу угла поворота. Выбор шагового двигателя по мощности. Динамические характеристики шагового двигателя. статические характеристики шагового двигателя

Тема 10. Классификация структурных схем замкнутых электромеханических систем.

Классификация структурных схем замкнутых электромеханических систем. классифицировать по различным признакам.

- ? по основной управляемой координате
- ? по типу используемого двигателя
- ? по типу преобразовательного устройства
- ? по возможности регулирования? по способу управления двигателем;
- ? Исследование характеристик асинхронного электропривода?

Тема 11. Проектирование замкнутых ЭМС.

Проектирование замкнутых ЭМС. Для решения более сложных задач, связанных с поддержанием или целенаправленным изменением выходных координат объекта, применяются замкнутые системы управления. Использование таких систем позволяет обеспечить рациональные режимы работы самих технологических процессов и установок. Методы и устройства контроля в системах с обратной связью.

Тема 12. Системы регулирования скорости. Построение и расчет систем подчиненного регулирования.

Системы регулирования скорости. способы регулирования скорости асинхронного двигателя: изменение дополнительного сопротивления цепи ротора, изменение напряжения, подводимого к обмотке статора, двигателя изменение частоты питающего напряжения, а также переключение числа пар полюсов ? Характеристики электропривода с асинхронным двигателем при однофазном питании?

Тема 14. Управление скоростью электроприводов при упругой связи двигателя с исполнительным механизмом.

Управление скоростью электроприводов при упругой связи двигателя с механизмом.

Обобщенная структура силовой части электромеханической системы.

Управление скоростью электропривода двухмассового упруговязкого механизма в системе с подчиненным токовым контуром. "Моделирование электромеханических характеристик электропривода постоянного тока в EWB?

Тема 15. Дискретные системы управления электроприводами.

Дискретные системы управления электроприводами. Передаточная функция разомкнутой дискретной системы. Моделирование Дискретные системы управления, различающихся по типу квантования непрерывного сигнала, виду модуляции импульсов и передаточными функциями непрерывной части системы . Последовательное соединение звеньев в ДСУ.

Тема 16. Роль автоматизированного электропривода и повышение качества ЭМС для современного автоматизированного производства.

Роль автоматизированного электропривода и повышение качества ЭМС для современного автоматизированного производства. Тенденции в развитии современного электропривода. Расширение областей применения электропривода, снижение габаритов электрических машин, повышение надёжности, совершенствование методов расчётов и проектирования. Электропривод представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для приведения в движение рабочей машины и управления её технологическим процессом.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-26 , ПК-7 , ПК-8 , ПК-23	2. Схемы управления электродвигателями.
2	Лабораторные работы	ПК-23 , ПК-26 , ПК-7 , ПК-8	5. Устройства защиты электрических двигателей
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-23 , ПК-26 , ПК-7 , ПК-8	10. Классификация структурных схем замкнутых электромеханических систем.
2	Лабораторные работы	ПК-23 , ПК-26 , ПК-7 , ПК-8	9. Выбор шаговых двигателей.
3	Лабораторные работы	ПК-23 , ПК-26 , ПК-7 , ПК-8	15. Дискретные системы управления электроприводами.
	Экзамен		

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 5					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Семестр 6					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2 3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 5

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 2

Тема 2

?Изучение конструкции и характеристик магнитных цепей с постоянной магнитодвижущей силой?

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Во сколько раз изменится магнитное сопротивление ферромагнитного сердечника при уменьшении его поперечного сечения в 2 раза?

2. Укажите единицы магнитного сопротивления, магнитного потока и МДС. Соотношения между этими величинами.

3. Какое влияние на изменение тока в катушке оказывает нелинейность магнитной характеристики замкнутого ферромагнитного сердечника при её подключении к источнику постоянного напряжения:

4. Во сколько раз различаются магнитные сопротивления равномерно намагниченного сердечника ($\mu_a = 100 \mu_0$) и

- воздушного зазора, если длина средней м. с. л. $l_m = 20$ см, длина воздушного зазора $\delta = 0,1$ см и что в силу малости воздушного зазора магнитный поток в нём проходит сквозь сечение, равное сечению сердечника:
5. Как изменится и почему магнитное напряжение на ферромагнитном сердечнике, если увеличить в нём воздушный промежуток (зазор)?
 6. Укажите, во сколько раз изменится магнитный поток в цепи с ферромагнитным сердечником, если воздушный зазор увеличить в два раза, $\mu_s = 100\mu_0 = \text{const}$, длина средней м. с. л. $l_m = 20$ см в сердечнике, длина воздушного зазора $\delta = 0,1$ см и что в силу малости воздушного зазора магнитный поток в нём проходит сквозь сечение, равное сечению сердечника.
 7. На кольцевой замкнутый сердечник из дерева равномерно намотана обмотка с числом витков $w = 2000$. Поперечное сечение сердечника $S_m = 4 \cdot 10^{-4}$ м², длина средней м. с. л. в сердечнике $l_m = 0,2$ м. Укажите значение тока в обмотке катушки, при котором магнитный поток в сердечнике $\Phi = 1 \cdot 10^{-5}$ Вб.
 8. Запишите уравнения электрического и магнитного состояний для исследуемой катушки.
 9. Каково соотношение напряженности магнитного поля и индукции в сердечнике и немагнитном зазоре по результатам выполнения лабораторной работы.
 10. Что такое магнитная цепь. Разветвленные и неразветвленные магнитные цепи (привести примеры). Однородные и неоднородные магнитные цепи. Какую магнитную цепь Вы исследовали в лабораторной работе?
 11. Соотношение между напряженностью магнитного поля и индукцией. Магнитная проницаемость. Кривая намагничивания. Как Вы строили кривую намагничивания для ферромагнитного материала в Вашей лабораторной работе?
 12. Ферромагнитные и неферромагнитные материалы. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.
 13. Сформулируйте закон полного тока. Поясните как Вы использовали этот закон при расчете магнитной цепи?
 14. Схема замещения магнитной цепи. Как рассчитывается нелинейное сопротивление сердечника и линейное сопротивление зазора?
 15. В чем состоит аналогия между расчетами электрических и магнитных цепей. Поясните, используя закон Ома для магнитной и электрической цепи.
 16. Сущность графического метода расчета магнитных цепей. Последовательность Ваших действий при расчете магнитной цепи.
 17. Нарисуйте картину магнитных силовых линий для исследованной Вами магнитной цепи.
 18. Свойства ферромагнитных материалов. Что характеризуют кривая первоначального намагничивания и петля гистерезиса?

2. Лабораторные работы

Тема 5

Регулируемый электропривод. Силовые преобразователи регулируемого ЭП постоянного тока. Тиристорные управляемые выпрямители. Система импульсно-фазового управления (СИФУ). Транзисторные импульсные преобразователи. Управление ШИП. Регуляторы и датчики. Регуляторы на базе операционных усилителей (ОУ). Параметры движения. Тахогенератор. Импульсные датчики скорости. Регулируемый электропривод с отрицательной обратной связью по скорости. Регулируемый электропривод с обратной связью по скорости и току якоря. Регулируемый электропривод с обратной связью по скорости и по току с отсечкой. Система подчиненного регулирования.

Семестр 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 10

1. Изложите последовательность действий при настройке контуров регулирования и пуске системы электропривода.
2. Укажите численные значения максимально допустимых координат исследуемого электропривода и причины их ограничения.
3. Как и на какие показатели системы влияют коэффициенты усиления пропорциональной части регуляторов тока и скорости двигателя?
4. Как и на какие показатели системы влияют постоянные времени интегральной составляющей передаточной функции регуляторов тока и скорости двигателя?
5. Как и на какие показатели системы влияет уровень ограничения выходного напряжения регулятора скорости?
6. Изложите последовательность и особенность снятия механических характеристик электропривода в системе УП-Д, включая и режим токоограничения двигателя.
7. В каких энергетических режимах работают машины установки при экспериментальных исследованиях?
8. Как определяются КПД и $\cos \varphi$ электропривода в исследуемой системе?
9. Объясните характер переходных процессов при пуске и реверсе двигателя в исследуемой системе.
10. Объясните характер частотных характеристик контуров регулирования исследуемого электропривода.

2. Лабораторные работы

Тема 9

Какое устройство называют шаговым двигателем?

Где применяются шаговые двигатели?

- Перечислите достоинства и недостатки ШД.
Какие виды шаговых двигателей Вы знаете?
Как устроен ШД с переменным магнитным сопротивлением?
Как устроен ШД с постоянными магнитами?
Какие шаговые двигатели называются гибридными?
В чем различие между биполярными и униполярными ШД?
Как использовать униполярный ШД в биполярном режиме?
Чем определяется момент, создаваемый ШД?
Какие способы управления фазами ШД Вам известны?
Как реализуется полношаговый режим работы ШД?
Как реализуется полушаговый режим работы ШД?
Что такое микрошаговый режим работы? В чем его преимущества и недостатки?
Как обеспечить вращение ШД с постоянной скоростью?
Что такое мертвые зоны ШД?
Чем определяется форма тока в обмотках двигателя?
Что такое частота приемистости ШД?
Как осуществляется разгон шагового двигателя?
Какие причины приводят к возникновению резонанса в шаговых двигателях?
Какими средствами необходимо бороться с явлением резонанса в ШД?
Как организуется коммутация обмоток униполярного ШД?
Как организуется коммутация обмоток биполярного ШД?
Какие методы используются для защиты ключей, коммутирующих обмотки ШД, от явления самоиндукции?

3. Лабораторные работы

Тема 15

- 1) Приведите передаточные функции цифровых регуляторов, реализующих передаточные функции пропорционального и интегрирующего звеньев, ПИрегулятор и ПИД-регулятора.
- 2) Поясните, в чем заключается принцип физической реализуемости на примере цифрового регулятора.
- 3) Запишите передаточную функцию цифрового регулятора, реализующего интегральный закон регулирования, в случае численного интегрирования производится: а) методом прямоугольников; б) методом трапеций.
- 5) В каком случае ДСУ с цифровым вычислительным устройством в контуре управления можно отнести к импульсным системам 1-го рода?
- 6) Поясните функциональное назначение аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей в структуре ДСУ.
- 7) Что входит в состав импульсного фильтра, используемого для коррекции ДСУ?
- 8) Какие требования предъявляются к передаточной функции цифрового регулятора в случае его реализации: а) последовательным импульсным фильтром; б) импульсным фильтром в цепи обратной связи; в) комбинированным импульсным фильтром?
- 9) Назовите три основных метода формирования (метода программирования) вычислительного алгоритма цифрового вычислительного устройства.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Выбор двигателя при известной механической передаче.
2. Электромеханическая характеристика ЭП с АД.
3. Способ регулирования скорости ЭП с ДПТ НВ изменением R_d .
4. КПД и $\cos\phi$ ЭП.
5. Механическая характеристика ЭП с АД.
6. Система Г-Д.
7. Потери энергии и мощности в установившемся режиме.
8. Схема включения и замещения ЭП с АД.
9. Нереверсивная система ТП-Д с трехфазным ТП.
10. Структурная схема ЭП и уравнения движения механической части ЭП.
11. Механическая характеристика ЭП с АД.
12. Реверсивная система ТП-Д с трехфазным ТП.
13. Операция приведения для двухмассовой системы.
14. Частотный способ управления ЭП с АД.
15. Система ТП-Д с двухфазным двухполупериодным ТП.
16. Использование уравнений Лагранжа для описания механической части ЭП.
17. Электромашинный преобразователь частоты для ЭП с АД.

18. Схема включения и динамические характеристики ЭП с ДПТ НВ.
19. Установившееся движение ЭП..
20. Преобразователь частоты без звена постоянного тока для ЭП с АД.
21. Статические характеристики и режимы работы ЭП с ДПТ НВ.
22. Неустановившееся движение ЭП.
23. Преобразователь частоты со звеном постоянного тока для ЭП с АД.
24. Схема включения и динамические характеристики ЭП с ДПТ ПВ.
25. Потери мощности и энергии в переходном режиме при $M_c \neq 0$.
26. ЭП с вентильными двигателями.
27. Схема включения и динамические характеристики ЭП с ДПТ ПВ.
28. Потери мощности и энергии в переходном режиме при $M_c = 0$.
29. ЭП с исполнительными двигателями.
30. Схема включения и динамические характеристики ЭП с ДПТ НВ.
31. Потери энергии в установившемся режиме ЭП.
32. Схема включения и статические характеристики ЭП с СД.
33. Способы регулирования ЭП с ДПТ ПВ.
34. Потери мощности в установившемся режиме ЭП.
35. ЭП с однофазным АД.
36. Способы регулирования координат ЭП с ДПТ НВ.
37. Способы регулирования скорости ЭП с ДПТ ПВ изменением резисторов и потока возбуждения.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 5			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	10
		2	10
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	10
		2	10
		3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009061-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/420583>
2. Электротехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / И.С. Рыбков. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 160 с.: 70x100 1/32. - (ВПО: Бакалавриат). (обложка, карм. формат) ISBN 978-5-369-00144-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/369499>
3. Силовая электроника: Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения [Электронный ресурс]: Уч.пос. / Онищенко Г.Б., Соснин О.М. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 122 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (о) ISBN 978-5-16-011120-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/513981>

7.2. Дополнительная литература:

1. Электротехника и электроника [Текст]: учебное пособие для вузов / В. В. Кононенко, В. И. Мишкович, Муханов, В.В. [и др.] ; под ред. В.В.Кононенко. - 4-е изд. - Ростов -на-Дону : Феникс, 2008. - 778 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 764-766. - ISBN 978-5-222-12830-5. (42 экз)
2. Рекус Г. Г. Общая электротехника и основы промышленной электроники [Текст]: учебное пособие для вузов. / Г. Г. Рекус. - Москва: Высшая школа, 2008. - 654 с. : ил. - (Для высш. учеб. завед. Электротехника). - Библиогр.: с. 647. - ISBN 978-5-06-005441-5. (45 экз)
3. Касаткин А.С. Электротехника [Текст]: учебник для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 12-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 544 с. - Библиогр.: с. 525. - ISBN 978-5-7695-5772-9. (111 экз)
4. Москаленко В. В. Системы автоматизированного управления электропривода [Электронный ресурс]: учебник / В. В. Москаленко. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 208 с. - ISBN 978-5-16-005116-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=402711>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ZNANIUM.COM - <http://znanium.com>

БиблиоРоссика - <http://www.bibliorossica.com>

Лань - <http://lanbook.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Курс лекций должен быть зафиксирован, внимательно и неоднократно изучен студентом. Во время работы над текстом рекомендуется конспектирование для себя основных положений, формул, выводов. Конспектировать - значит приводить к некоему порядку сведения, почерпнутые из оригинала. В основе процесса лежит систематизация прочитанного или услышанного. Если конспект составлен правильно, он должен отражать логику и смысловую связь записываемой информации. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. При конспектировании курса лекций рекомендуется придерживаться следующих основных правил: 1. Не начинайте записывать материал с первых слов преподавателя, сначала выслушайте его мысль до конца и постарайтесь понять ее. 2. Приступайте к записи в тот момент, когда преподаватель, заканчивая изложение одной мысли, начинает ее комментировать. 3. В конспекте обязательно выделяются отдельные части. Необходимо разграничивать заголовки, подзаголовки, выводы, обособлять одну тему от другой. Выделение можно делать подчеркиванием, другим цветом. Рекомендуется делать отступы для обозначения абзацев и пунктов плана, пробельные строки для отделения одной мысли от другой, нумерацию. Если определения, формулы, правила, законы в тексте можно сделать более заметными, их заключают в рамку. Со временем у вас появится своя система выделений. 4. Создавайте ваши записи с использованием принятых условных обозначений. Конспектируя, обязательно употребляйте разнообразные знаки. Это могут быть указатели и направляющие стрелки, восклицательные и вопросительные знаки. Не забывайте об аббревиатурах (сокращенных словах), знаках равенства и неравенства, больше и меньше. 5. Постарайтесь разработать собственную систему сокращений и обозначать ими во всех записях одни и те же слова. 6. При конспектировании лучше пользоваться повествовательными предложениями, избегать самостоятельных вопросов. Вопросы уместны на полях конспекта. 7. Не старайтесь зафиксировать материал дословно, при этом часто теряется главная мысль, к тому же такую запись трудно вести. Отбрасывайте второстепенные слова, без которых главная мысль не теряется. 8. Если в лекции встречаются непонятные вам термины, оставьте место, после занятий уточните их значение у преподавателя. 9. В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д. 10. Не стесняйтесь задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия ориентированы на выработку определенных умений и закрепление знаний полученных при освоении компетенций в лекционной части изучения предмета. Работы выполняются последовательно. Каждая работа должна быть оценена преподавателем. Оценка за работу, оказывает влияние на оценку при итоговой аттестации.</p>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы ориентированы на выработку определенных умений и закрепление знаний полученных при освоении компетенций в лекционной части изучения предмета. Работы выполняются последовательно. Каждая работа должна быть оценена преподавателем. Оценка за работу, оказывает влияние на оценку при итоговой аттестации.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы в том, чтобы осмысленно и сознательно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией. Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа может реализовываться: - непосредственно в процессе аудиторных занятий, на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.; - в контакте с преподавателем вне рамок аудиторных занятий, на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.; - в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий. В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная: самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию; - внеаудиторная: самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа помогает студентам: 1.Овладевать знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.); составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.; работа со справочниками и др. справочной литературой; ознакомление с нормативными и правовыми документами; учебно-методическая и научно-исследовательская работа; использование компьютерной техники и Интернета и др. 2.Закреплять и систематизировать знания: работа с конспектом лекции; обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей; подготовка плана; составление таблиц для систематизации учебного материала; подготовка ответов на контрольные вопросы; заполнение рабочей тетради; аналитическая обработка текста; подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.); подготовка реферата; составление библиографии использованных литературных источников; разработка тематических кроссвордов и ребусов; тестирование и др. 3.Формировать умения: решение ситуационных задач и упражнений по образцу; выполнение расчетов (графические и расчетные работы); решение профессиональных кейсов и вариативных задач; подготовка к контрольным работам; подготовка к тестированию; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; опытно-экспериментальная работа; анализ профессиональных умений с использованием аудио-и видеотехники и др. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.</p>
экзамен	<p>При подготовке к итоговой аттестации по курсу рекомендуется: 1. Заранее подготовиться к итоговой аттестации по предмету. Во внеаудиторное время повторить материал лекций и предыдущих практических занятий. 2. Внимательно ознакомиться с предложенными вопросами и заданиями. 3. На сдачу итоговой аттестации по предмету отводится установленное время. Студент может отвечать устно или письменно, при необходимости применять средства ЭВМ.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Электрические машины и автоматизированный электропривод" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Электрические машины и автоматизированный электропривод" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" .