

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

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ

Ахметов Н.Д.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Электромеханические системы

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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 ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|--|
| ПК-11 | способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием |
| ПК-12 | способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями |
| ПК-18 | готовностью к организации работы малых групп исполнителей из числа инженерно-технических работников |
| ПК-3 | способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методики разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
- методики расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
- состав конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
- методы организации работы малых групп исполнителей из числа инженерно-технических работников

Должен уметь:

- разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
- производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
- разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
- организовывать работы малых групп исполнителей из числа инженерно-технических работников

Должен владеть:

- способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
- способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием

-способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями

-готовностью к организации работы малых групп исполнителей из числа инженерно-технических работников

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 "Мехатроника и робототехника (Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 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 10 зачетных(ые) единиц(ы) на 360 часа(ов).

Контактная работа - 136 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 68 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 152 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре; экзамен в 7 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 | 6 | 2 | 4 | 0 | 10 |
| 2. | Тема 2. Схемы управления электродвигателями. | 6 | 2 | 0 | 8 | 10 |
| 3. | Тема 3. Пуск двигателя в функции времени. | 6 | 2 | 4 | 0 | 10 |
| 4. | Тема 4. Автоматизация процессов торможения и реверсирования электродвигателей. | 6 | 2 | 0 | 8 | 10 |
| 5. | Тема 5. Устройства защиты электрических двигателей | 6 | 2 | 4 | 0 | 10 |
| 6. | Тема 6. Моменты сопротивления электропривода | 6 | 2 | 0 | 8 | 10 |
| 7. | Тема 7. Выбор двигателей по мощности для разомкнутых систем управления. | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 |
| 8. | Тема 8. Выбор двигателей по мощности для замкнутых систем управления. | 6 | 2 | 0 | 4 | 10 |
| 9. | Тема 9. Выбор шаговых двигателей. | 7 | 2 | 2 | 0 | 9 |
| 10. | Тема 10. Классификация структурных схем замкнутых электромеханических систем. | 7 | 2 | 0 | 6 | 9 |

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|-----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 11. | Тема 11. Проектирование замкнутых ЭМС. | 7 | 2 | 4 | 8 | 9 |
| 12. | Тема 12. Системы регулирования скорости. | 7 | 2 | 0 | 6 | 9 |
| 13. | Тема 13. Построение и расчет систем подчиненного регулирования. | 7 | 2 | 4 | 0 | 9 |
| 14. | Тема 14. Управление скоростью электроприводов при упругой связи двигателя с исполнительным механизмом. | 7 | 2 | 0 | 8 | 9 |
| 15. | Тема 15. Дискретные системы управления электроприводами. | 7 | 4 | 4 | 8 | 9 |
| 16. | Тема 16. Роль автоматизированного электропривода и повышение качества ЭМС для современного автоматизированного производства. | 7 | 2 | 4 | 0 | 9 |
| | Итого | | 34 | 34 | 68 | 152 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

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.

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 4. Автоматизация процессов торможения и реверсирования электродвигателей.

Автоматизация процессов торможения и реверсирования электродвигателей. универсальных возможностей экономии энергии. Проблемы, связанные с прямым пуском двигателя. Электрическое торможение АД. Электромагнитное торможение или торможение протировключением ?Исследование параметров однофазного трансформатора?

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

Расчет мощности электродвигателя на примере упрощенного электропривода лебедки

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 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 8. Выбор двигателей по мощности для замкнутых систем управления.

Выбор двигателей по мощности для замкнутых 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.. ? Моделирование однофазного трансформатора в среде EWB?

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.

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 13. Построение и расчет систем подчиненного регулирования.

Построение и расчет систем подчиненного регулирования. подчиненного регулирования заключается в том, что электрический двигатель как объект управления представляется в виде последовательно соединенных звеньев, выходными параметрами которых являются ток, напряжение, ЭДС, момент, скорость и т.д. И они же являются регулируемыми координатами

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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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 6 | | | |
| | Текущий контроль | | |
| 1 | Лабораторные работы | ПК-12 , ПК-18 , ПК-3 , ПК-11 | 2. Схемы управления электродвигателями. 5. Устройства защиты электрических двигателей 7. Выбор двигателей по мощности для разомкнутых систем управления. 8. Выбор двигателей по мощности для замкнутых систем управления. |
| 2 | Проверка практических навыков | ПК-18 , ПК-11 , ПК-12 , ПК-3 | 2. Схемы управления электродвигателями. |
| 3 | Отчет | ПК-18 , ПК-11 , ПК-12 , ПК-3 | 4. Автоматизация процессов торможения и реверсирования электродвигателей. |

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|------------------|-------------------------------|---------------------------|---|
| | Экзамен | ПК-11, ПК-12, ПК-18, ПК-3 | |
| Семестр 7 | | | |
| | Текущий контроль | | |
| 1 | Лабораторные работы | ПК-18, ПК-11, ПК-3, ПК-12 | 9. Выбор шаговых двигателей. 10. Классификация структурных схем замкнутых электромеханических систем. 15. Дискретные системы управления электроприводами. |
| 2 | Проверка практических навыков | ПК-18, ПК-11, ПК-12, ПК-3 | 12. Системы регулирования скорости. |
| 3 | Отчет | ПК-18, ПК-11, ПК-12, ПК-3 | 16. Роль автоматизированного электропривода и повышение качества ЭМС для современного автоматизированного производства. |
| | Экзамен | ПК-11, ПК-12, ПК-18, ПК-3 | |

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 6 | | | | | |
| 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 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 |
| Проверка практических навыков | Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности. | Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности. | 2 |
| Отчет | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам. | 3 |

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|-------------------------------|---|---|---|---|------|
| | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неуд. | |
| 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. | |
| Семестр 7 | | | | | |
| 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 |
| Проверка практических навыков | Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности. | Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности. | 2 |

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
| | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неуд. | |
| Отчет | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам. | 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 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 2, 5, 7, 8

?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, $\mu_c = 100\mu_0 = \text{const}$, 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?

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.

Исследование параметров однофазного трансформатора?

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Почему трансформаторы не работают от сети постоянного тока? Для чего магнитопровод трансформатора выполняется из электротехнической стали, а не из обычной, и собирается из отдельных тонких изолированных друг от друга листов?
2. Почему основной магнитный поток трансформатора не зависит от нагрузки? Изменится ли основной магнитный поток и ток холостого хода, если трансформатор, рассчитанный на частоту 50 Гц, подключить к сети с частотой 60 Гц при неизменном уровне первичного напряжения?
3. Коэффициент трансформации. Как определяли коэффициент трансформации? Соотношение между напряжениями и токами обмоток для повышающего и понижающего трансформаторов. Почему различны по величине площади поперечного сечения обмоточных проводов первичной и вторичной обмоток? Можно ли один и тот же трансформатор использовать как повышающий и понижающий?
4. Схема замещения трансформатора. Уравнения токов и напряжений для трансформатора. Почему с увеличением тока нагрузки увеличивается ток первичной обмотки? Пояснить по опытным зависимостям. Соотношение между реальными и приведенными значениями параметров вторичной обмотки.
5. Паспортные данные трансформатора. Какие параметры трансформатора измеряются и рассчитываются в опытах холостого хода и короткого замыкания. Условия проведения этих опытов.
6. Внешняя характеристика трансформатора. В чем состоит практическое значение этой характеристики трансформатора для потребителей, подключенных к нему? Почему изменяется напряжение на нагрузке при изменении тока нагрузки (пояснить, используя опытные данные)? Как зависит изменение напряжения трансформатора от напряжения короткого замыкания.
7. Почему потери энергии в сердечнике трансформатора называют потерями холостого хода, а электрические потери в обмотках - потерями короткого замыкания? Постоянные и переменные потери, физическая сущность. Опытное определение
8. Как определить КПД трансформатора по результатам опытов короткого замыкания и холостого хода? Условие получения максимального КПД. Чему равен КПД при холостом ходе и коротком замыкании?
9. Зависимость КПД и потерь от нагрузки (пояснить, используя опытные данные).
10. Порядок построения векторных диаграмм для режимов холостого хода и короткого замыкания трансформатора (пояснить, используя опытные данные).
11. Условия проведения опыта холостого хода. Какие величины и в какой последовательности Вы измеряли в опыте холостого хода?

12. Условия проведения опыта короткого замыкания. Какие величины и в какой последовательности Вы измеряли в опыте короткого замыкания?
13. Что такое внешняя характеристика трансформатора? Последовательность Ваших действий при снятии внешней характеристики.
14. Какие энергетические характеристики трансформатора Вы исследовали. Как опытным путем определить электрические потери в обмотках и потери в магнитной системе трансформатора?
15. Потребляемая и полезная мощность трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора, как его определить по результатам опытов.

?Исследование характеристик асинхронного электропривода?

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Устройство, назначение и принцип действия электромагнитного тормоза для создания и измерения электромагнитного момента асинхронного двигателя.
2. Устройство, назначение и принцип действия фототахометра для измерения частоты вращения асинхронного двигателя.
3. С помощью каких устройств измеряли механическую характеристику асинхронного двигателя. Перечислите ваши действия при снятии механической характеристики.
4. Устройство АД с короткозамкнутым ротором. Как устроена обмотка статора и ротора АД? Почему сердечники статора и ротора выполняются шихтованными?
5. Устройство АД с фазным ротором. Как устроена обмотка статора и ротора АД? Почему сердечники статора и ротора выполняются шихтованными?
6. Трехфазный АД предназначен для сети с напряжением 220/380 В. Нарисуйте схему включения обмотки статора при напряжении сети 220 и 380 В.
7. Принцип действия АД. Условия образования кругового вращающегося поля статора. Частота вращения поля статора и частота вращения ротора.
8. Принцип действия АД. От чего зависит синхронная частота вращения магнитного поля статора? Частота вращения ротора.
9. От чего зависит синхронная частота вращения магнитного поля статора? Что такое скольжение? Диапазон изменения скольжения в двигательном режиме. Чему равно скольжение при пуске, идеальном холостом ходе и в номинальном режиме?
10. Частота токов в роторе, как она связана с частотой питания и скольжением? Что такое скольжение? Зависимость ЭДС и индуктивного сопротивления ротора от скольжения.
11. Механическая характеристика АД. Характерные точки и участки механической характеристики АД.
12. Характерные точки и участки механической характеристики АД. Поясните особенности работы в них.
13. Какие характерные точки и участки механической характеристики исследовали в работе? Поясните особенности работы в них.
14. Как влияет изменение напряжения питания на величину критического момента и скольжения?
15. От чего зависят максимальный момент и критическое скольжение?
16. Рабочие характеристики АД, перечислите. Дайте графики. Как по опытным данным рассчитывали полезную мощность?
17. Почему изменяется частота вращения АД при изменении нагрузки на валу?
18. Почему с ростом полезной мощности возрастают потребляемая мощность и ток?
19. Поясните (по опытным данным), почему при холостом ходе значения тока и потребляемой мощности отличны от нуля.
20. При малой нагрузке АД уменьшаются КПД и $\cos \phi$, с чем это связано?
21. Энергетические характеристики АД. КПД двигателя, постоянные и переменные потери.
22. Магнитные и электрические потери. В каких элементах двигателя выделяются. Как они зависят от нагрузки? Почему при рассмотрении энергетического баланса АД не учитывают магнитные потери в роторе?
23. Зависимость КПД от нагрузки. В каких режимах КПД равен нулю. При каком условии КПД максимален.
24. Как по Вашим опытным данным приближенно рассчитать электрические потери в обмотках статора, ротора и магнитные потери?
25. Перечислите способы регулирования частоты вращения асинхронного привода с короткозамкнутым ротором и дайте им сравнительную оценку.
26. Сущность частотного способа регулирования частоты вращения. Законы регулирования частоты и напряжения питания при частотном регулировании.
27. Почему при частотном регулировании частоты вращения одновременно с частотой регулируют напряжение питания? Законы регулирования частоты и напряжения питания при частотном регулировании.
28. Регулирование частоты вращения изменением напряжения питания. Как влияет изменение напряжения питания при регулировании на величину критического момента и скольжения?
29. Регулирование частоты вращения изменением числа пар полюсов.
30. Влияет изменение добавочного сопротивления в цепи ротора при регулировании на величину критического момента и скольжения.

2. Проверка практических навыков

Тема 2

- 1 Основные методы синтеза непрерывных регуляторов для систем векторного управления.
- 2 Методы синтеза релейных регуляторов систем векторного управления.
- 3 Принцип прямого векторного управления.
- 4 Принцип косвенного векторного управления.
- 5 Особенности синтеза регуляторов тока.
- 6 Особенности синтеза регулятора потокосцепления.
- 7 Особенности синтеза регуляторов скорости.
- 1 Функциональная схема прямого векторного управления АД с датчиком скорости и вычислением потокосцепления ротора.
- 2 Функциональная схема прямого бездатчикового векторного управления асинхронным двигателем.
- 3 Функциональная схема косвенного векторного управления АД с датчиком скорости.
- 4 Общие сведения о прямом управлении электромагнитным моментом и потокосцеплением статора АД.
- 5 Классическая система прямого управления моментом (ПУМ) АД.
- 6 Система векторного прямого управления моментом АД с ШИМ (ПУМ-ШИМ).
- 7 Упрощенное математическое описание системы управления при ПУМ АД.

3. Отчет

Тема 4

1. Перечислите и охарактеризуйте те виды электрического торможения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Начертите механические характеристики для каждого тормозного режима.
2. Перечислите и охарактеризуйте виды электрического торможения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. начертите механические характеристики для каждого тормозного режима.
3. Перечислите и охарактеризуйте виды электрического торможения двигателей постоянного тока смешанного возбуждения. Начертите схемы включения и механические характеристики для каждого тормозного режима.
4. Опишите принципы импульсного параметрического регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока и способы его реализации
5. Какие виды электрического торможения асинхронного двигателя Вы знаете? Начертите механические характеристики для каждого тормозного режима.
6. Как влияет наличие статического момента на процесс пуска, торможения и реверсирования электродвигателя?
7. Чем определяется величина потерь энергии при пуске и торможении электродвигателей?
8. Укажите способы уменьшения потерь энергии в электроприводах переменного тока при переходных режимах.
9. По каким соотношениям изменяется ток в двигателе постоянного тока при его пуске и торможении без нагрузки и под нагрузкой? Приведите примеры графиков.
10. Каким образом изменяются момент и скорость двигателя постоянного тока независимого возбуждения при ударном приложении нагрузки к валу двигателя?

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 воз-буждения.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 9, 10, 15

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?

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.

- 1) Приведите передаточные функции цифровых регуляторов, реализующих передаточные функции пропорционального и интегрирующего звеньев, ПИ-регулятора 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.

2. Проверка практических навыков

Тема 12

1. Какие системы возбуждения имеют двигатели постоянного тока?
2. Какой ток, постоянный или переменный, протекает по виткам обмотки якоря двигателя постоянного тока?
3. Укажите основные способы регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
4. Что понимается под регулированием скорости с постоянством момента и мощности? Как реализуется двухзонное регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
5. Какие тормозные режимы характерны для двигателей постоянного тока независимого возбуждения? Каковы требования к источнику питания для реализации рекуперативного торможения?
6. Какими динамическими звеньями отображается структурная схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
7. Чем определяется характер переходных процессов в двигателе постоянного тока независимого возбуждения?
8. В чем особенность естественной механической характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения? Что будет, если двигатель оставить без нагрузки на валу?
9. Как изменить направление вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения?
10. Назовите способы регулирования скорости двигателя постоянного тока последовательного возбуждения? Какой из этих способов более экономичный?
11. Какой тормозной режим характерен для двигателей постоянного тока последовательного возбуждения? Как реализуется этот режим?
12. Поясните алгоритм управления реверсивными выпрямителями с отдельным управлением в приводах по системе ТП?Д.
13. В чем состоит принцип подчиненного регулирования переменных электропривода?
14. Какой контур регулирования переменных в системе ТП?Д является внутренним, какой внешним?
15. Как в системе подчиненного регулирования реализуется ограничение по току?
16. На какой технический оптимум настраивают регулятор тока в системе подчиненного регулирования? Каково при этом будет перерегулирование по току?
17. Какого типа регуляторы скорости можно применять в системе подчиненного регулирования координат электропривода? Каким оптимальным настройкам соответствует тип регулятора?

3. Отчет

Тема 16

В отчете отразить ответы на вопросы

1. Дайте определение электрического привода и приведите примеры реализации его элементов.
2. Каковы на Ваш взгляд преимущества электрического привода?
3. Как классифицируются электрические приводы?
4. Охарактеризуйте основные направления развития современного электрического привода и уровня его автоматизации.
5. Объясните назначение элементов структурной схемы электропривода.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Типы квантования непрерывных сигналов.
2. Решетчатые функции и разностные уравнения.
3. Обобщенная структурная схема ДСУ.
4. Простейший импульсный элемент. Формирующий элемент. Фиксатор.
5. Дискретное преобразование Лапласа Z-преобразование.
6. Основные теоремы Z-преобразования.
7. Передаточная функция разомкнутой ДСУ.
8. Последовательное соединение звеньев ДСУ.
9. Передаточная функция замкнутой ДСУ.
10. Обратное Z-преобразование.
11. Прямой метод оценки устойчивости.
12. Критерий устойчивости Шур-Кона.
13. Критерий устойчивости, использующий билинейное преобразование.
14. Абсолютно устойчивые системы. ДСУ с конечным временем регулирования.
15. Анализ точности дискретных систем.
16. Теорема Котельникова-Шеннона.
17. Логарифмические частотные характеристики ДСУ.
18. Метод дробного квантования
19. Метод модифицированного Z-преобразования
20. Структура системы с цифровым вычислительным устройством в контуре регулирования. Передаточная функция цифрового вычислительного устройства.
21. Передаточные функции ЦВУ, реализующего типовые законы управления.
22. Коррекция ДСУ с помощью непрерывных регуляторов.
22. Коррекция ДСУ с помощью цифровых регуляторов.
23. Физическая реализуемость цифровых регуляторов.
24. Реализация цифровых регуляторов импульсными RC- фильтрами.
25. Реализация цифровых регуляторов на базе цифрового вычислительного устройства.

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 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 | 30 |
| Проверка практических навыков | Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач. | 2 | 10 |

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|-------------------------------|--|------|-------------------|
| Отчет | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям. | 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 |
| Семестр 7 | | | |
| 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 | 30 |
| Проверка практических навыков | Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач. | 2 | 10 |
| Отчет | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям. | 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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД - <https://infopedia.su/15x25ac.html>

Технические статьи, публикации, полезные материалы об электроприводах, их применении и управлении - <https://electroprivod.ru/public.htm>

Электропривод и его основные компоненты - <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/>

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> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</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 промежуточной аттестации.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</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 промежуточной аттестации.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</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.Овладеть 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. Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p> |
| отчет | <p>отчет должен содержать отраженное студентом понимание поставленного к изучению вопроса систем массового обслуживания, типов систем массового обслуживания, применение методик определения надежности систем массового обслуживания. Приведение реальных примеров использования систем массового обслуживания. Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p> |
| проверка практических навыков | <p>проверка практических навыков ориентирована на контроль 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 промежуточной аттестации. Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p> |
| экзамен | <p>При подготовке к промежуточной аттестации по курсу рекомендуется: 1. Заранее подготовиться к промежуточной аттестации по предмету. Во внеаудиторное время повторить материал лекций и предыдущих практических занятий. 2. Внимательно ознакомиться с предложенными вопросами и заданиями. 3. На сдачу промежуточной аттестации по предмету отводится установленное время. Студент может отвечать устно или письменно, при необходимости применять средства ЭВМ. Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p> |

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

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 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" и профилю подготовки "Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Марченко А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 т. Т. 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опачий. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 574 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009061-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054005> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
2. Рыбков И. С. Электротехника : учебное пособие / И.С. Рыбков. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. - 160 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00144-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093284> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
3. Поляков А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учебное пособие / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. - Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2019. - 224 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-707-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026781> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Электротехника и электроника : учебное пособие пособие для вузов / В. В. Кононенко [и др.] ; под ред. В. В. Кононенко. - 4-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 778 с. - (Высшее образование). - В пер. - Библиогр.: с. 764-766. - ISBN 978-5-222-12830-5. - Текст : непосредственный. (42 экз.)
2. Рекус Г. Г. Общая электротехника и основы промышленной электроники : учебное пособие для вузов / Г. Г. Рекус. - Москва : Высшая школа, 2008. - 654 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Электротехника). - Прил.: с. 328-646. - Гриф МО. - В пер. - Библиогр.: с. 647. - ISBN 978-5-06-005441-5. - Текст : непосредственный. (45 экз.)
3. Касаткин А. С. Электротехника : учебник для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 12-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 544 с. - (Высшее профессиональное образование). - Рек. МО. - В пер. - Библиогр.: с. 525. - Предм. указ.: с. 526-532. - ISBN 978-5-7695-5772-9. - Текст : непосредственный. (111 экз.)
4. Онищенко Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие / Г. Б. Онищенко, О. М. Соснин. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 122 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011120-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044516> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.8 Электромеханические системы

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.