

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета
факультета энергетике и систем управления

_____ А.В. Бурковский
(подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование систем управления электроприводами роботов

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: электропривода, автоматике и управления в технических системах

Направление подготовки (специальности):

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код, наименование)

Профиль: Электропривод и автоматика робототехнических систем

(название профиля по УП)

Часов по УП: 216; Часов по РПД: 216;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 180; Часов по РПД: 180;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 24

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 24

Часов на самостоятельную работу по УП: 96 (53 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 96 (53 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 6;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 8; Зачеты - 0; Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Вид занятий | № семестров, число учебных недель в семестрах | |
|--------------|---|-----|
| | 8 / 12 | |
| | УП | РПД |
| Лекции | 36 | 36 |
| Лабораторные | 24 | 24 |
| Практические | 24 | 24 |
| Ауд. занятия | 84 | 84 |
| Сам. работа | 96 | 96 |
| Итого | 180 | 180 |

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 955.

Программу составил: _____ к.т.н., Медведев В.А.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____ к.т.н., Трубецкой В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электропривод и автоматика робототехнических систем».

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

Председатель МКНП _____ А.В. Тикунов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-------|--|
| 1.1 | Цель изучения дисциплины – обеспечение подготовки, позволяющей разрабатывать динамические модели исполнительных систем, систем управления электроприводами роботов и реализовать моделирующие алгоритмы на цифровой вычислительной технике, а также формирование практических навыков использования методов анализа и моделирования электрических цепей, расчета режимов работы и параметров оборудования электромеханических комплексов. |
| 1.2 | Для достижения цели ставятся задачи: |
| 1.2.1 | изучение динамических моделей систем нечеткого, модального и подчиненного управления электроприводами постоянного тока; |
| 1.2.2 | освоение принципов построения и динамических моделей систем управления вентиляльным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом, используя методы анализа и моделирования электрических цепей; |
| 1.2.3 | изучение динамических моделей манипулятора, исполнительных приводов и системы управления электроприводами робота в матричной форме записи; |
| 1.2.4 | освоение алгоритмов и программ моделирования динамики исполнительной системы и системы управления электроприводами робота; |
| 1.2.5 | приобретение навыков расчета параметров моделей систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

| | | |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| Цикл (раздел) ОПОП: Б1 | | код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.7.1 |
| 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося | | |
| Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике (ОПК-2), информатике (ОПК-1), физике (ОПК-2), теоретической механике (ОПК-2), основам вычислительной техники (ОПК-1), теоретическим основам электротехники (ОПК-3), микроконтроллерной технике в робототехнических системах (ОПК-1, ПВК-4), информационным устройствам в робототехнике (ОПК-2, ПВК-4). | | |
| 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее | | |
| Б2.П.2 | Преддипломная практика | |
| Б3 | Государственная итоговая аттестация | |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код и наименование компетенции | |
|---|--|
| 1 | 2 |
| ОПК-3 | способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей. |
| Знает: – динамические модели манипулятора, приводов и системы управления электроприводами робота, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей; | |
| Умеет: – разрабатывать модели исполнительных систем и систем управления электроприводами роботов, используя методы анализа и моделирования электрических цепей; | |
| Владеет: – способностью практического использования методов анализа и моделирования электрических цепей при синтезе моделей систем управления электроприводами роботов. | |

| | |
|---|--|
| 1 | 2 |
| ПВК-4 | способность рассчитывать режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов и электроэнергетических систем. |
| <p>Знает: – режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов;</p> <p>Умеет: – рассчитывать параметры моделей систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов.</p> <p>Владеет: – навыками моделирования работы оборудования электромеханических комплексов в различных режимах.</p> | |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | – динамические модели манипулятора, приводов и системы управления электроприводами робота, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей; |
| 3.1.2 | – режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов; |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | – разрабатывать модели исполнительных систем и систем управления электроприводами роботов, используя методы анализа и моделирования электрических цепей; |
| 3.2.2 | – рассчитывать параметры моделей систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов. |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | – способностью практического использования методов анализа и моделирования электрических цепей при синтезе моделей систем управления электроприводами роботов; |
| 3.3.2 | – навыками моделирования работы оборудования электромеханических комплексов в различных режимах. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах | | | | |
|-------|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------|-------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Общая характеристика способов моделирования систем | 8 | 23 | 2 | – | – | 8,5 | 10,5 |
| 2 | Моделирование системы нечеткого управления электроприводом | 8 | 23-24 | 4 | 2 | 4 | 8,5 | 18,5 |
| 3 | Динамические модели систем модального и подчиненного управления электроприводами постоянного тока | 8 | 25 | 4 | 4 | 4 | 6,5 | 18,5 |
| 4 | Принципы построения и динамические модели систем управления вентильным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом | 8 | 26-28 | 8 | 2 | 4 | 29,5 | 43,5 |

| | | | | | | | | |
|-------|---|---|-------|----|----|----|------|------|
| 5 | Динамические модели манипуляционных систем | 8 | 29 | 4 | 4 | 2 | 8,5 | 18,5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | Модели исполнительных приводов и системы динамического управления электроприводами робота | 8 | 30-31 | 6 | 6 | 6 | 13 | 31 |
| 7 | Имитационное моделирование с использованием системы GPSS | 8 | 32-34 | 8 | 6 | 4 | 21,5 | 39,5 |
| Итого | | | | 36 | 24 | 24 | 96 | 180 |

4.1 Лекции

| Неделя семестра | Тема и содержание лекции | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|---|--|-------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8 семестр | | 36 | 0 |
| 1. Общая характеристика способов моделирования систем | | 2 | 0 |
| 23 | Классификация видов моделирования систем Детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное виды моделирования. Аналитическое, имитационное и комбинированное моделирование. <i>Самостоятельное изучение.</i> Классический и системный подходы к моделированию сложных систем. | 2 | – |
| 2. Моделирование системы нечеткого управления электроприводом | | 4 | 0 |
| 23 | Функции принадлежности и нечеткие множества Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности. Описание зависимости “вход – выход” для объекта управления с помощью функций принадлежности. Нечеткие множества и логические операции над ними. | 2 | – |
| 24 | Система нечеткого управления Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме. <i>Самостоятельное изучение.</i> Особенности фаззи-управления. | 2 | – |
| 3. Динамические модели систем модального и подчиненного управления электроприводами постоянного тока | | 4 | 0 |
| 25 | Система модального управления Общая характеристика модального управления. Структура системы с модальным управлением. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений. | 2 | – |
| 25 | Система подчиненного управления Структура системы подчиненного регулирования. Функциональная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости. Структурная схема электропривода | 2 | – |

| | | | |
|--|--|----------|----------|
| | с подчиненным регулированием. Синтез регуляторов скорости и тока в электроприводе с подчиненным регулированием. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Принципы построения и динамические модели систем управления вентильным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом | | 8 | 0 |
| 26 | Вентильный двигатель Преимущества вентильного двигателя по сравнению с коллекторным двигателем постоянного тока. Схема включения вентильного двигателя на основе трехфазной синхронной машины с постоянным магнитом. Процесс коммутации ключей в схеме вентильного двигателя. | 2 | – |
| 27 | Система управления вентильного электропривода Функциональная схема системы управления вентильного электропривода с контурами тока и скорости. Режимы работы коммутатора. Схема релейного регулятора тока. Алгоритм работы релейного регулятора тока. Структурная схема двухконтурного электропривода с вентильным двигателем. | 2 | – |
| 27 | Понятия векторного управления Системы с косвенным регулированием координат электропривода и с прямым векторным управлением. Основные допущения при математическом описании электромагнитных процессов в АД. Векторные диаграммы с опорным вектором основного потокосцепления и потокосцепления ротора. <i>Самостоятельное изучение.</i> Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений статора и ротора при управлении по вектору потокосцепления ротора. | 2 | – |
| 28 | Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя Функциональная схема системы Transvektor регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора двигателя. Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений на оси неподвижной и вращающейся систем координат. Структурная схема системы регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора. Коллоквиум | 2 | – |
| 2. Динамические модели манипуляционных систем | | 4 | 0 |
| 29 | Динамическая модель манипулятора Допущения при построении аналитической модели манипулятора. Кинематические и динамические параметры звеньев в методе Ньютона-Эйлера. Виды динамических моделей манипуляционного механизма робота. | 2 | – |

| | | | |
|---|--|----------|----------|
| | <i>Самостоятельное изучение.</i> Методы формирования уравнений динамики манипуляционного механизма | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 29 | Определение параметров модели манипулятора Преобразование ортов локальных систем координат и определение параметров звеньев в абсолютной системе координат, связанной с основанием робота. Определение параметров матриц динамической модели манипулятора. | 2 | – |
| 3. Модели исполнительных приводов и системы динамического управления электроприводами робота | | 6 | 0 |
| 30 | Динамические модели приводов постоянного тока Дифференциальные уравнения, описывающие привод постоянного тока. Векторная форма уравнений. Коэффициенты преобразования при различных сочетаниях типа движения координаты и исполнительного привода. | 2 | – |
| 31 | Динамическая модель гидропривода Уравнения для потоков, связанных с перемещением поршня и теряющихся в результате утечек и сжимаемости жидкости. Векторная форма уравнений. | 2 | – |
| 31 | Модель робота с системой динамического управления Определение вектора обобщенных сил при динамическом управлении. Расчет управляющих токов и напряжений. Формирование сигналов задания обобщенных координат, их скоростей и ускорений с помощью кубических сплайнов. | 2 | – |
| 5. Имитационное моделирование с использованием системы GPSS | | 8 | 0 |
| 32 | Особенности имитационного моделирования РТС Целесообразность имитационного моделирования РТС. Преимущества и недостатки универсальных и специализированных языков моделирования. <i>Самостоятельное изучение.</i> Основные термины и определения имитационной модели РТС. | 2 | – |
| 33 | Блоки, связанные с формированием транзактов Блоки создания, уничтожения и копирования транзактов. Задержка транзактов на заданное время. Изменение параметров транзактов. | 2 | – |
| 33 | Блоки, связанные с функционированием РТС Блоки, описывающие работу элементов робототехнической системы. Изменение маршрутов транзактов. Блоки для сбора статистики об очередях. | 2 | – |
| 34 | Моделирование РТС механообработки с использованием системы GPSS Показатели функционирования РТС. Выходная информация о работе РТС, получаемая на имитационной модели. | 2 | – |

| | | | |
|--------------------|---|-----------|----------|
| | Структура двухстаночной РТС механообработки и блоки, используемые при ее моделировании. | | |
| Итого часов | | 36 | 0 |

4.2 Практические занятия

| Неделя семестра | Тема и содержание практического занятия | Объем часов | В том числе в интерактивной форме (ИФ) | Виды контроля |
|---|---|-------------|--|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 семестр | | 24 | 0 | |
| Моделирование системы нечеткого управления электроприводом | | 2 | 0 | |
| 23 | Модели систем нечеткого вывода Разработка системы нечеткого управления исполнительным приводом постоянного тока. Разработка математического описания робота с нечеткой системой управления. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| Динамические модели систем модального и подчиненного управления электроприводами постоянного тока | | 4 | 0 | |
| 24 | Синтез модального регулятора для управления двигателем постоянного тока Разработка структурной схемы электропривода с модальным регулятором. Вывод уравнений разомкнутого и замкнутого электропривода. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| 25 | Синтез регуляторов в электроприводе с подчиненным регулированием Выбор типов регуляторов скорости и тока исходя из допустимого по условию задания статизма и требуемых показателей качества переходного процесса. Определение параметров регуляторов. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| Принципы построения и динамические модели систем управления вентильным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом | | 2 | 0 | |
| 26 | Расчет параметров регуляторов векторного асинхронного электропривода Построение структурной схемы системы векторного управления АД. Определение индуктивностей и активных сопротивлений и постоянных времени. Расчет параметров цепей обратных связей и регуляторов потокосцепления, скорости и тока. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| Динамические модели манипуляционных систем | | 4 | 0 | |

| | | | | |
|--|--|----------|----------|-----------------------------|
| 27 | Модель манипуляционной системы робота IRB 6400R Моделирование манипуляционной системы робота IRB 6400R, осуществляющего чистку и подготовку отливок. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 28 | Модель манипуляционной системы робота IRB 1400 Моделирование манипуляционной системы универсального робота IRB 1400, осуществляющего дуговую сварку. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| Модели исполнительных приводов и системы динамического управления электроприводами робота | | 6 | 0 | |
| 29 | Модели исполнительных приводов робота IRB 4400 Моделирование электроприводов универсального робота IRB 4400, обеспечивающего упаковку изделий. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| 30 | Модель системы управления электроприводами робота IRB 2400 Моделирование системы управления электроприводами универсального робота IRB 2400, обеспечивающего снятие заусенцев. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| 31 | Модель системы управления электроприводами робота IRB 140 Моделирование системы управления электроприводами универсального робота IRB 140, обеспечивающего дуговую сварку. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| Имитационное моделирование с использованием системы GPSS | | 6 | 0 | |
| 32 | Модель РТС покраски с роботом IRB 5402 Моделирование робототехнической системы покраски с универсальным роботом IRB 5402. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| 33 | Модель РТС штамповки с роботом IRB 4400 Моделирование робототехнической системы на базе листогибного прессы и универсального робота IRB 4400 для его обслуживания. | 2 | – | Проверка выполнения задания |

| | | | | |
|--------------------|--|-----------|----------|-----------------------------|
| 34 | Модель PTC сварки с роботом IRB 6400R Моделирование робототехнической системы точечной сварки с универсальным роботом IRB 6400R. | 2 | – | Проверка выполнения задания |
| Итого часов | | 24 | 0 | |

4.3 Лабораторные работы

| Неделя семестра | Наименование лабораторной работы | Объем часов | В том числе в интерактивной форме (ИФ) | Виды контроля |
|---|---|-------------|--|----------------------------|
| 8 семестр | | 24 | 24 | |
| Моделирование системы нечеткого управления электроприводом | | 4 | 4 | |
| 23 | Моделирование системы нечеткого управления электроприводом постоянного тока. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| 24 | Моделирование системы нечеткого управления манипулятором. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| Динамические модели систем модального и подчиненного управления электроприводами постоянного тока | | 4 | 4 | |
| 25 | Моделирование системы модального управления электроприводом постоянного тока. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| 26 | Моделирование системы подчиненного регулирования координат электропривода. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| Принципы построения и динамические модели систем управления вентильным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом | | 4 | 4 | |
| 27 | Моделирование электропривода с вентильным двигателем. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| 28 | Моделирование системы векторного управления асинхронным электроприводом. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| Динамические модели манипуляционных систем | | 2 | 2 | |
| 29 | Исследование динамических моделей манипуляторов роботов. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| Модели исполнительных приводов и системы динамического управления электроприводами робота | | 6 | 6 | |
| 30 | Моделирование исполнительной системы робота. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| 31 | Исследование динамических моделей приводов роботов. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| 32 | Моделирование робота с системой динамического управления. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |

| | | | | |
|---|---|-----------|-----------|----------------------------|
| Имитационное моделирование с использованием системы GPSS | | 4 | 4 | |
| 33 | Имитационное моделирование РТС механо-обработки. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| 34 | Имитационное моделирование РТС контрольных измерений. | 2 | 2 | Защита лабораторной работы |
| Итого часов | | 24 | 24 | |

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

| Неделя семестра | Содержание СРС | Виды контроля | Объем часов |
|------------------|--|-----------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8 семестр | | Экзамен | 96 |
| 23 | Подготовка к выполнению лаб. работы 1 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 1 | отчет, защита | 1,5 |
| | Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения | проверка конспекта | 2 |
| 24 | Подготовка к выполнению лаб. работы 2 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 2 | отчет, защита | 1,5 |
| | Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения | проверка конспекта | 2 |
| 25 | Подготовка к выполнению лаб. работы 3 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 3 | отчет, защита | 1,5 |
| 26 | Подготовка к выполнению лаб. работы 4 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 4 | отчет, защита | 1,5 |
| 27 | Подготовка к выполнению лаб. работы 5 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 5 | отчет, защита | 1,5 |
| | Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения | проверка конспекта | 2 |
| 28 | Подготовка к выполнению лаб. работы 6 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 6 | отчет, защита | 1,5 |
| | Подготовка к коллоквиуму | коллоквиум | 8 |

| | | | |
|----|--|-----------------------------|-----|
| 29 | Подготовка к выполнению лаб. работы 7 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 7 | отчет, защита | 1,5 |
| | Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения | проверка конспекта | 2 |
| 30 | Подготовка к выполнению лаб. работы 8 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 8 | отчет, защита | 1,5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 31 | Подготовка к выполнению лаб. работы 9 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 9 | отчет, защита | 1,5 |
| 32 | Подготовка к выполнению лаб. работы 10 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 10 | отчет, защита | 1,5 |
| | Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения | проверка конспекта | 2 |
| 33 | Подготовка к выполнению лаб. работы 11 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 11 | отчет, защита | 1,5 |
| 34 | Подготовка к выполнению лаб. работы 12 | допуск к выполнению | 2 |
| | Работа с конспектом лекции, с учебником | выборочная проверка | 1 |
| | Подготовка к практическому занятию | проверка выполнения задания | 2 |
| | Подготовка к защите лаб. работы 12 | отчет, защита | 1,5 |

Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплин образовательной программы высшего образования

Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися в библиотеке и в электронной информационно-образовательной среде.

1.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний. Поэтому контроль над систематической работой студентов находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- на определенные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором в электронной информационно-образовательной среде (таблицы, графики, схемы). Данный материал характеризуется, комментируется, дополняется непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам и к лектору.

1.2. Рекомендации по подготовке к практическим (лабораторным) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме занятия;

- в начале занятия задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задачи;

- каждую задачу доводить до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим практические занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, необходимо не позже чем в 2-недельный срок отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

2. Методические рекомендации по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену особое внимание обратить на следующие моменты:

- необходимо стремиться не заучивать материал лекций, а улавливать логическую связь его построения, что позволяет успешно его воспринимать и отвечать на экзамене;
- в ходе изучения материала лекций следует в максимальной степени использовать знания, полученные при освоении других дисциплин;
- при проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении материала необходимо использовать рекомендованную в рабочей программе основную и дополнительную литературу.

Необходимо учитывать, что по данной дисциплине осуществляются текущий контроль знаний (в течении семестра) и промежуточная аттестация в конце семестра (экзамен).

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем собеседований в ходе приема отчетов по лабораторным работам. Студенты допускаются к экзамену только после полного выполнения и отчитывания запланированных лабораторных работ.

3. Методические рекомендации по работе с литературой

При проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении разделов теоретического материала необходимо использовать учебник и учебное пособие:

1. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М: Издательский центр “Академия”, 2006. – 304 с.

2. Медведев В.А. Моделирование роботов и РТС: учебное пособие / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2010. – 106 с.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать учебные пособия:

1. Романов А.В. Элементы расчета систем управления электроприводом: практикум: учеб. пособие / А.В. Романов. – Воронеж: ВГТУ, 2011. – 153 с.

2. Советов, Б.Я. Моделирование систем: практикум: учеб. пособие / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.

При подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ следует использовать методические указания:

1. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2014. – 29 с.

2. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2014. – 30 с.

3. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 5, 6 по дисциплине “Системы автоматического управления электроприводами” для студентов направления 13.04.02 “Электроэнергетика и электротехника” (магистерская программа “Электроприводы и системы управления электроприводов”) очной формы обучения / В.А. Медведев, А.В. Романов. – Воронеж: ВГТУ, 2015. – 40 с.

4. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине “Моделирование и исследование роботов и РТС” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2010. – 28 с.

5. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине “Моделирование и исследование роботов и РТС” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2011. – 32 с.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|-----|--|
| | В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: |
| 5.1 | информационные лекции; |
| 5.2 | практические занятия: – совместное обсуждение вопросов лекций, – решение практических задач, связанных с профессиональной деятельностью; |
| 5.3 | лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ в малых группах (ИФ), – защита выполненных работ; |
| 5.4 | самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и практическим занятиям, – подготовка к лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к коллоквиуму, – подготовка к текущему контролю успеваемости, а также промежуточной аттестации; |
| 5.5 | консультации по всем вопросам учебной программы; |
| 5.6 | информационные технологии: – личный кабинет обучающегося, – самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных, – использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем. |

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Паспорт компетенций для текущего контроля для РПД

| Разделы дисциплины | Объект контроля | Форма контроля | Метод контроля | Срок выполнения |
|--|--|----------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая характеристика способов моделирования систем | Подходы к моделированию сложных систем и виды моделирования | Коллоквиум | Письменный | 23 неделя |
| Моделирование системы нечеткого управления электроприводом | Динамическая модель электропривода с нечетким управлением | Защита лабораторных работ | Устный | 23-24 недели |
| Динамические модели систем модального и | Динамическая модель электропривода с модальным управлением, расчет ее параметров | Защита лабораторной работы | Устный | 25 неделя |

| | | | | |
|--|--|----------------------------|------------|--------------|
| подчиненного управления электроприводами постоянного тока | Динамическая модель электропривода с подчиненным регулированием, расчет ее параметров | Защита лабораторной работы | Устный | 26 неделя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Принципы построения и динамические модели систем управления вентильным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом | Динамическая модель вентильного электропривода, расчет параметров модели | Защита лабораторной работы | Устный | 27 неделя |
| | Динамическая модель векторного асинхронного электропривода, расчет параметров модели | Защита лабораторной работы | Устный | 28 неделя |
| Динамические модели манипуляционных систем | Динамическая модель манипулятора по методу Ньютона-Эйлера | Опрос | Письменный | 29 неделя |
| Модели исполнительных приводов и системы динамического управления электроприводами робота | Динамические модели привода постоянного тока, гидропривода и системы динамического управления в матричной форме записи | Опрос | Письменный | 30-31 недели |
| Имитационное моделирование с использованием системы GPSS | Алгоритмы моделирования робототехнических систем. | Опрос | Письменный | 32-34 недели |

Полная спецификация оценочных средств, объектов, форм, методов контроля, контрольных материалов в привязке к формируемым компетенциям и критериев оценки приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Год издания. Вид издания | Обеспеченность |
|---|-----------------------------|--|--------------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7.1.1. Основная литература | | | | |
| 7.1.1.1 | Терехов В.М., Осипов О.И. | Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений | 2006 печат. | 0,7 |
| 7.1.1.2 | Медведев В.А. | Моделирование роботов и РТС: учебное пособие | 2010 печат. | 0,79 |
| 7.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| 7.1.2.1 | Романов А.В., Киселева О.А. | Элементы расчета систем управления электроприводов: практикум: учеб. пособие | 2011 печат. | 0,97 |
| 7.1.2.2 | Советов Б.Я., Яковлев С.А. | Моделирование систем: практикум Допущено Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов | 2003 печат. | 0,3 |
| 7.1.3. Методические разработки | | | | |
| 7.1.3.1 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине "Основы систем | 2014 печат. | 0,95 |

| | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|------|
| | | управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7.1.3.2 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения | 2014 печат. | 0,95 |
| 7.1.3.3 | Медведев В.А., Романов А.В. | Методические указания к лабораторным № 5, 6 по дисциплине “Системы автоматического управления электроприводами” для студентов направления 13.04.02 “Электроэнергетика и электротехника” (магистерская программа “Электроприводы и системы управления электроприводов”) очной формы обучения | 2015 электрон. ресурс | 1 |
| 7.1.3.4 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения | 2010 печат. | 0,54 |
| 7.1.3.5 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения | 2011 печат. | 0,71 |
| 7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы | | | | |
| 7.1.4.1 | Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде. | | | |
| 7.1.4.2 | <p>Расчетные компьютерные программы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ANIMATIO – программа для представления пространственных сцен на основе применения машинной графики; 2. PROGR12 – пакет программ для моделирования динамики манипулятора и исполнительных приводов в системе MATLAB; 3. PROGR3 – пакет программ для моделирования динамики робота с системой динамического управления в системе MATLAB; 4. MACHINW – программа для имитационного моделирования РТС механообработки в системе GPSS World Student; 5. MEASUREW – программа для имитационного моделирования РТС контрольных измерений в системе GPSS World Student. | | | |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|-----|---|
| 8.1 | Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой |
| 8.2 | Специализированная учебная лаборатория робототехнических систем для проведения лабораторного практикума |

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Год издания. Вид издания | Обеспеченность |
|-------------------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------|----------------|
| 1. Основная литература | | | | |
| Л1.1 | Терехов В.М., Осипов О.И. | Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений | 2006 печат. | 0,7 |
| Л1.2 | Медведев В.А. | Моделирование роботов и РТС: учебное пособие | 2010 печат. | 0,79 |
| 2. Дополнительная литература | | | | |
| Л2.1 | Романов А.В., Киселева О.А. | Элементы расчета систем управления электроприводов: практикум: учеб. пособие | 2011 печат. | 0,97 |
| Л2.2 | Советов Б.Я., Яковлев С.А. | Моделирование систем: практикум Допущено Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов | 2003 печат. | 0,3 |
| 3. Методические разработки | | | | |
| Л3.1 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения | 2014 печат. | 0,95 |
| Л3.2 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения | 2014 печат. | 0,95 |
| Л3.3 | Медведев В.А., Романов А.В. | Методические указания к лабораторным № 5, 6 по дисциплине “Системы автоматического управления электроприводами” для студентов направления 13.04.02 “Электроэнергетика и электротехника” (магистерская программа “Электроприводы и системы управления электроприводов”) очной формы обучения | 2015 электрон. ресурс | 1 |
| Л3.4 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения | 2010 печат. | 0,54 |
| Л3.5 | Медведев В.А. | Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения | 2011 печат. | 0,71 |

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Фонд оценочных средств
по дисциплине «**Моделирование систем управления**
электроприводами роботов»
для направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки «**Электропривод и автоматика робототехнических систем**»

Форма обучения очная

Срок обучения 4 года

Индексированные результаты обучения

| Компетенция | Результат | Индекс |
|---|---|----------|
| ОПК-3: способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей | Знает: – динамические модели манипулятора, приводов и системы управления электроприводами робота, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей; | ОПК3. Р1 |
| | Умеет: – разрабатывать модели исполнительных систем и систем управления электроприводами роботов, используя методы анализа и моделирования электрических цепей; | ОПК3. Р2 |
| | Владеет: – способностью практического использования методов анализа и моделирования электрических цепей при синтезе моделей систем управления электроприводами роботов. | ОПК3. Р3 |
| ПВК-4: способность рассчитывать режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов и электроэнергетических систем. | Знает: – режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов; | ПВК4. Р1 |
| | Умеет: – рассчитывать параметры моделей систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов; | ПВК4. Р2 |

| | | |
|--|---|----------|
| | Владеет: – навыками моделирования работы оборудования электромеханических комплексов в различных режимах. | ПВК4. Р3 |
|--|---|----------|

Оценочные средства устного опроса

Проверяемый результат ОПК3. Р1, ОПК3. Р2, ОПК3.Р3, ПВК4. Р1, ПВК4. Р2, ПВК4.Р3

Устный опрос проводится при допуске и защите лабораторных работ.

Методика проведения: проводится в специализированной учебной лаборатории для проведения лабораторного практикума после выполнения работы по данной теме, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения опроса 5 минут, ответы даются без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

Критерий оценки ответов:

Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос;

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;

Оценка «неудовлетворительно, не ответившему на вопросы.

Вопросы к экзамену

по дисциплине "Моделирование систем управления электроприводами роботов"

1. Детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное виды моделирования.
2. Аналитическое, имитационное и комбинированное моделирование.
3. Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности.
4. Описание зависимости “вход – выход” для объекта управления с помощью функций принадлежности.
5. Нечеткие множества и логические операции над ними.
6. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
7. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно.
8. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме.
9. Особенности фаззи-управления.
10. Общая характеристика модального управления.

11. Структура системы с модальным управлением.
12. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.
13. Структура системы подчиненного регулирования.
14. Функциональная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости.
15. Модель электропривода с подчиненным регулированием.
16. Синтез регуляторов скорости и тока в электроприводе с подчиненным регулированием.
17. Преимущества вентильного двигателя по сравнению с коллекторным двигателем постоянного тока.
18. Схема включения вентильного двигателя на основе трехфазной синхронной машины с постоянным магнитом.
19. Процесс коммутации ключей в схеме вентильного двигателя.
20. Функциональная схема системы управления вентильного электропривода с контурами тока и скорости.
21. Режимы работы коммутатора.
22. Схема релейного регулятора тока. Алгоритм работы релейного регулятора тока.
23. Модель двухконтурного электропривода с вентильным двигателем.
24. Системы с косвенным регулированием координат электропривода и с прямым векторным управлением.
25. Основные допущения при математическом описании электромагнитных процессов в АД.
26. Векторные диаграммы с опорным вектором основного потокосцепления и потокосцепления ротора.
27. Функциональная схема системы Transvektor регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора двигателя.
28. Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений на оси неподвижной и вращающейся систем координат.
29. Модель системы регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора.
30. Динамическая модель манипулятора.
31. Преобразование локальных систем координат в абсолютную систему координат.
32. Определение параметров матриц динамической модели манипулятора.
33. Динамическая модель исполнительного привода постоянного тока.
34. Динамическая модель привода без учета электромагнитных процессов.
35. Коэффициенты преобразования при различных сочетаниях типа движения координаты и исполнительного привода.
36. Динамическая модель гидропривода.
37. Определение вектора обобщенных сил в системе динамического управления.
38. Расчет управляющих напряжений и токов.
39. Определение сигналов задания перемещений, скоростей и ускорений с помощью кубических сплайнов.
40. Целесообразность имитационного моделирования РТС.
41. Преимущества и недостатки универсальных и специализированных языков моделирования.
42. Основные термины и определения имитационной модели РТС.
43. Блоки создания и уничтожения транзактов.
44. Блоки копирования транзактов.

45. Задержка транзактов по заданному времени.
46. Изменение параметров транзактов.
47. Блоки, описывающие работу оборудования.
48. Изменение маршрутов транзактов.
49. Блоки для сбора статистики об очередях.
50. Моделирование РТС механообработки с использованием системы GPSS.

Вопросы к коллоквиуму

по дисциплине "Моделирование систем управления электроприводами роботов"

1. Классический подход к синтезу моделей РТС.
2. Системный подход к синтезу моделей РТС.
3. Классификация видов моделирования систем.
4. Аналитическое моделирование РТС.
5. Имитационное моделирование РТС.
6. Комбинированное моделирование РТС.
7. Виды функций принадлежности.
8. Нечеткие множества и логические операции над ними.
9. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
10. Алгоритмы поиска решения.
11. Фаззи-управление.
12. Общая характеристика модального управления.
13. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.
14. Структура системы подчиненного регулирования.
15. Функциональная схема электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием тока и скорости.
16. Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием.
17. Синтез регулятора тока в электроприводе постоянного тока.
18. Синтез регулятора скорости в электроприводе постоянного тока.
19. Преимущества вентильного двигателя по сравнению с коллекторным двигателем постоянного тока.
20. Схема включения вентильного двигателя на основе трехфазной синхронной машины с постоянным магнитом.
21. Процесс коммутации ключей в схеме вентильного двигателя.
22. Функциональная схема системы управления вентильного электропривода с контурами тока и скорости.
23. Режимы работы коммутатора. Схема релейного регулятора тока.
24. Алгоритм работы релейного регулятора тока.
25. Структурная схема двухконтурного электропривода с вентильным двигателем.
26. Системы с косвенным регулированием координат электропривода и с прямым векторным управлением. Основные допущения при математическом описании электромагнитных процессов в АД.
27. Векторные диаграммы с опорным вектором основного потокосцепления и потокосцепления ротора.
28. Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений статора и ротора при управлении по вектору потокосцепления ротора.
29. Функциональная схема системы Transvektor регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора двигателя.

30. Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений на оси неподвижной и вращающейся систем координат.

31. Структурная схема системы регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора.

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

| Раздел дисциплины | Код формируемой компетенции | Объект контроля | Форма и методика контроля | Контрольные материалы | Срок исполнения |
|--|-----------------------------|--|----------------------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Общая характеристика способов моделирования систем | ОПК-3 | Знание классификации видов моделирования систем, особенностей аналитического, имитационного и комбинированного моделирования. Умение применять классический и системный подходы к построению моделей РТС. | Коллоквиум | Вопросы к коллоквиуму 1-6 | 23 неделя |
| 2. Моделирование системы нечеткого управления электроприводом | ОПК-3 | Знание видов функций принадлежности, логических операций над нечеткими множествами, алгоритмов поиска решения в совокупности нечетких множеств. Умение синтезировать модели систем нечеткого управления электроприводами роботов. Владение навыками моделирования систем нечеткого управления в среде MATLAB. | Защита лабораторных работ | Контрольные вопросы к лабораторным работам № 1, 2 в методических указаниях 7.1.3.1 | 23-24 недели |
| 3. Динамические модели систем модального и подчиненного управления электроприводами постоянного тока | ОПК-3, ПВК-4 | Знание способа модального управления и структуры системы с модальным управлением. Умение разрабатывать модель системы управления электроприводом постоянного тока с модальным регулятором и рассчитывать ее параметры. Владение навыками моделирования систем модального управления электроприводами в среде MATLAB. | Защита лабораторной работы | Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3 в методических указаниях 7.1.3.2 | 25 неделя |

| | | | | | |
|---|-----------------|--|----------------------------|--|--------------|
| | ОПК-3, ПВК-4 | Знание общей структуры системы подчиненного регулирования. Умение разрабатывать модель электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием тока и скорости и рассчитывать ее параметры. Владение навыками моделирования систем подчиненного управления электроприводами в среде MATLAB. | Защита лабораторной работы | Контрольные вопросы к лабораторной работе № 4 в методических указаниях 7.1.3.2 | 26 неделя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4. Принципы построения и динамические модели систем управления вентиляльным электроприводом и векторным асинхронным электроприводом | ОПК-3, ПВК-4 | Знание структуры и принципа действия вентиляльного электропривода и основных его узлов. Умение разрабатывать модель системы управления вентиляльным электроприводом и рассчитывать ее параметры. Владение навыками моделирования системы управления вентиляльным электроприводом в среде MATLAB. | Защита лабораторной работы | Контрольные вопросы к лабораторной работе № 5 в методических указаниях 7.1.3.3 | 27 неделя |
| | ОПК-3, ПВК-4 | Знание векторных диаграмм с опорным вектором основного потокосцепления и потокосцепления ротора. Умение разрабатывать модель системы регулирования скорости асинхронного двигателя с управлением по вектору потокосцепления ротора и рассчитывать ее параметры. Владение навыками моделирования системы управления векторным асинхронным электроприводом в среде MATLAB. | Защита лабораторной работы | Контрольные вопросы к лабораторной работе № 6 в методических указаниях 7.1.3.3 | 28 неделя |
| 5. Динамические модели манипуляционных систем | ОПК-3, ПВК-4 | Знание методов формирования уравнений динамики и видов динамических моделей манипуляционного механизма робота. Умение определять кинематические и динамические параметры звеньев при формировании динамической модели манипулятора по методу Ньютона-Эйлера. Владение навыками определения параметров матриц динамической модели манипулятора. | Письменный опрос | Конспект лекций | 29 неделя |

| | | | | | |
|--|--------------|--|------------------|-----------------|--------------|
| 6. Модели исполнительных приводов и системы динамического управления электроприводами робота | ОПК-3, ПВК-4 | Знание дифференциальных уравнений, описывающих привод постоянного тока и гидропривод. Умение получать векторную форму уравнений динамики для привода постоянного тока и гидропривода и рассчитывать параметры модели. Владение навыками разработки алгоритмов определения вектора обобщенных сил, расчета управляющих токов и напряжений при динамическом управлении манипулятором. | Письменный опрос | Конспект лекций | 30-31 недели |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7. Имитационное моделирование с использованием системы GPSS | ОПК-3 | Знание особенностей имитационного моделирования робототехнических систем, основных терминов и определений имитационной модели РТС. Умение разрабатывать схемы алгоритмов моделирования робототехнических систем с помощью стандартных блоков системы GPSS. Владение навыками моделирования робототехнических систем механообработки и контрольных измерений с использованием системы GPSS. | Письменный опрос | Конспект лекций | 32-34 недели |
| Промежуточная аттестация | | | | | |

| | | | | | |
|-------------|-----------------|---|----------------|--------------------|--------|
| Разделы 1-7 | ОПК-3, ПВК-4 | <p>Знание принципов нечеткого, модального, подчиненного и векторного управления электроприводами, динамических моделей исполнительных приводов, манипулятора и системы управления робота.</p> <p>Умение разрабатывать модели электроприводов постоянного и переменного тока с различными принципами управления, определять параметры приводов, динамической модели манипулятора и системы динамического управления, а также разрабатывать схемы алгоритмов моделирования робототехнических систем в системе GPSS.</p> <p>Владение навыками расчета параметров моделей систем управления электроприводами в соответствии с заданными режимами работы оборудования электромеханических комплексов, аналитического моделирования динамики систем управления электроприводами роботов и имитационного моделирования робототехнических систем.</p> | Устный экзамен | Вопросы к экзамену | Сессия |
|-------------|-----------------|---|----------------|--------------------|--------|

Критерии оценки при сдаче экзамена:

| Цифра | Словесное выражение | Описание |
|-------|---------------------|---|
| 5 | Отлично | Ответ студента полный и правильный. Студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры |
| 4 | Хорошо | Ответ студента правильный, но неполный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено |
| 3 | Удовлетворительно | Ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях и/или они просто отсутствуют |
| 2 | Неудовлетворительно | В ответе существенные ошибки в основных аспектах темы. |

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета
факультета энергетики и
систем управления

Бурковский А.В. _____
(подпись)
_____ 201 г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
Моделирование систем управления электроприводами роботов
(наименование УМКД)

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах

Протокол № _____ от « ____ » _____ 201 г.

Зав. кафедрой _____ Бурковский В.Л.

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета
энергетики и систем управления
(наименование факультета, за которым закреплена данная специальность)

Председатель методической комиссии _____