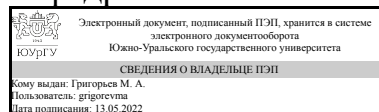


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



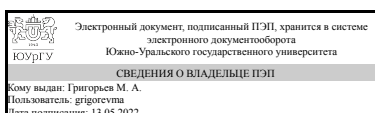
М. А. Григорьев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П5.11 Моделирование электропривода  
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Электропривод и мехатроника

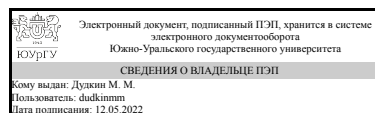
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



М. М. Дудкин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель дисциплины состоит в том, чтобы дать углубленную подготовку для работы в сфере информационных технологий, компьютерного моделирования систем автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока с применением программного продукта MatLab+Simulink. Для осуществления поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: изучить законы управления электроприводами постоянного и переменного тока, их основные характеристики и методы настройки замкнутых систем электроприводов; научиться рассчитывать параметры силовых цепей и систем управления электроприводов постоянного и переменного тока, настраивать и исследовать замкнутые системы электроприводов на основе компьютерных моделей; разрабатывать простые компьютерные модели электроприводов постоянного и переменного тока.

## Краткое содержание дисциплины

В данном курсе рассматриваются и исследуются системы автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока с применением программного продукта MatLab+Simulink: однофазный однополупериодный управляемый выпрямитель, трехфазный тиристорный регулятор напряжения и система плавного пуска асинхронного электродвигателя с обратной связью по току статора, реверсивный электропривод постоянного тока с силовым тиристорным преобразователем и двухконтурной системой подчиненного регулирования, частотно-регулируемый электропривод переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты со скалярной и векторной системами управления. Большое внимание при изучении курса уделяется лабораторным занятиям, на которых студенты выполняют моделирование, расчет, настройку и исследование сложных систем электропривода постоянного и переменного тока на основе компьютерных моделей. В течение семестра студенты выполняют лабораторные работы и семестровые задания. Вид промежуточной аттестации - зачет.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: Законы управления электроприводами постоянного и переменного тока и их основные характеристики; методы настройки замкнутых систем электроприводов. Умеет: Рассчитывать параметры силовых цепей и систем управления электроприводов постоянного и переменного тока; настраивать замкнутые системы электроприводов на основе компьютерных моделей. Имеет практический опыт: Разработки компьютерных моделей электроприводов для проектирования объектов профессиональной деятельности.
ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе по видам	Знает: Методы исследования статических и динамических характеристик электроприводов

профессиональной деятельности	Умеет: Выполнять теоретические исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Исследования систем электроприводов постоянного и переменного тока с привлечением компьютерных моделей
-------------------------------	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теория автоматического управления, Силовая электроника, Электрические машины, Системы управления электроприводов, Электрический привод	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Электрический привод	Знает: Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока, Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов Умеет: Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов, Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов Имеет практический опыт: Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов, Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем
Электрические машины	Знает: Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; показатели качества

	<p>технологического процесса и методы их определения, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин</p> <p>Умеет: Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования: электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями, Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках</p> <p>Имеет практический опыт: Исполнения современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения</p>
<p>Системы управления электроприводов</p>	<p>Знает: Последовательность и методологию настройки замкнутых систем управления электроприводов, Современные типовые системы управления электроприводов постоянного тока с учетом их аппаратной реализации на современном оборудовании, Методы расчета замкнутых систем управления электроприводов для обеспечения устойчивости во всем диапазоне регулирования скорости и момента электропривода.</p> <p>Умеет: Осуществлять эксплуатацию, обслуживание и ремонт современного цифрового оборудования в области электропривода. Осуществлять смену настроек систем замкнутого электропривода в зависимости от требований технологического процесса., Производить экспериментальное исследование в области электропривода с целью выявления особенностей его функционирования, Выбирать структуры управления электроприводами для конкретных технологических объектов по критериям обеспечения производственного процесса</p> <p>Имеет практический опыт: Получения заданных статических и динамических характеристик и</p>

	режимов на типовых замкнутых электроприводах постоянного и переменного тока с учетом специфики реализации данных алгоритмов на конкретном оборудовании, Поиска информации по передовым разработкам в области электропривода с целью дальнейшего внедрения данных технологий в конкретное производство, Проектирования замкнутых систем управления электроприводов с применением современных САПР
Силовая электроника	Знает: Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей постоянного и переменного тока., Основы расчета схем вентильных преобразователей Умеет: Рассчитывать параметры элементов силовых схем вентильных преобразователей., Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Разработки простых силовых схем вентильных преобразователей., Исследования объектов силовой электроники
Теория автоматического управления	Знает: Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления; основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования, Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления; основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования Умеет: Обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств, Обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств Имеет практический опыт: Синтеза регуляторов системы автоматического регулирования, Применения методов синтеза регуляторов системы автоматического регулирования

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра

		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	31,75	31,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе	4	4
Подготовка к зачету	9,75	9,75
Подготовка к семестровым заданиям	6	6
Оформление отчетов по семестровым заданиям	12	12
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Моделирование однофазного однополупериодного управляемого выпрямителя	4	0	0	4
2	Трехфазный тиристорный регулятор напряжения и система плавного пуска асинхронного электродвигателя	4	0	0	4
3	Реверсивный электропривод постоянного тока с силовым тиристорным преобразователем	12	4	0	8
4	Частотно-регулируемый электропривод переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты	16	8	0	8

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	3	Силовая схема реверсивного электропривода постоянного тока с силовым тиристорным преобразователем. Назначение элементов схемы. Согласное и раздельное управление группами комплектов вентилях, их преимущества и недостатки. Функциональная схема управления реверсивного электропривода постоянного тока. Назначение всех ее блоков системы управления. Функциональная схема и временные диаграммы сигналов многоканальной синхронной системы импульсно-фазового управления и ее основных элементов: устройства синхронизации, фазосдвигающие устройства, формирователь-распределитель «пакетных» импульсов управления.	2
2	3	Функциональная схема и временные диаграммы сигналов элементов системы управления реверсивного тиристорного преобразователя с раздельным управлением: логическое переключающееся устройство, датчик нулевого тока, датчик проводимости тиристоров, переключатель характеристик. Регулировочные характеристики реверсивного преобразователя с раздельным управлением в непрерывном и прерывистом режимах. Согласование	2

		характеристик. Выбор начального угла управления.	
3	4	Силовая схема и временные диаграммы токов и напряжений двухзвенного преобразователя частоты (ДПЧ) на основе неуправляемого выпрямителя (НВ) и автономного инвертора напряжения (АИН) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Преимущества и недостатки схемы. Трехфазный мостовой НВ с емкостным фильтром. Временные диаграммы токов и напряжений. Энергетические характеристики. Процессы инверторного торможения в ДПЧ с НВ на входе. Основные соотношения. Частота переключения и длительность включения сливного транзистора.	2
4	4	Способы частотного управления асинхронными двигателями (АД): скалярное, векторное, DTC. Область применения. Преимущества и недостатки. Преобразования координат в векторных системах управления: переход от трехфазной системы координат (СК) в неподвижную и обратно, переход от неподвижной СК во вращающуюся и обратно. Система регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора. Электромагнитный момент АД. Векторная диаграмма токов и потокосцеплений. Функциональная схема системы регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора. Назначение всех ее блоков.	2
5	4	Наблюдатель векторной системы управления АД во вращающейся системе координат. Пространственно-векторная ШИМ в трехфазном мостовом АИН. Теория пространственного вектора. Таблица переключения силовых ключей. Система управления для расчета коэффициентов включения базовых векторов. Микропроцессорная системы управления. Регулировочная характеристика и временные диаграммы напряжений на выходе АИН.	2
6	4	Драйверы силовых транзисторов. Основные требования к управлению полевого и IGBT транзисторов. Буферный КМОП-усилитель. Назначение и виды драйверов. Схемы подключения драйвера к затворам силовых транзисторов. Схемотехника драйвера нижнего и верхнего ключа, полумостовой драйвер. Интеллектуальный силовой модуль.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1, 2	1	«Моделирование однофазного однополупериодного управляемого выпрямителя». Моделирование силовой схемы однофазного однополупериодного управляемого выпрямителя и его системы импульсно-фазового управления. Исследование регулировочных характеристик на активную и активно-индуктивную нагрузку.	4
3, 4	2	Лабораторная работа 1. «Исследование трехфазного тиристорного регулятора напряжения с «горизонтальным» принципом управления и системы плавного пуска асинхронного электродвигателя на его основе». Исследование системы импульсно-фазового управления, электромагнитных процессов, регулировочных и энергетических характеристик трехфазного тиристорного регулятора напряжения с «горизонтальным» принципом управления, работающего на активно-индуктивную нагрузку, а также системы плавного пуска асинхронного электродвигателя с обратной связью по току.	4
5, 6	3	«Исследование реверсивного электропривода постоянного тока с силовым	4

		тиристорным преобразователем (часть 1)». Ввод исходных параметров в компьютерную модель, настройка начального угла управления, снятие временных диаграмм и регулировочных характеристик тиристорного преобразователя.	
7, 8	3	«Исследование реверсивного электропривода постоянного тока с силовым тиристорным преобразователем (часть 2)». Настройка внутреннего контура тока якоря и внешнего контура скорости, снятие механических и динамических характеристик электропривода.	4
9, 10	4	«Исследование частотно-регулируемого электропривода переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты (часть 1)». Ввод параметров в компьютерную модель преобразователя частоты (ПЧ) со скалярной системой управления, снятие временных диаграмм ПЧ, динамических и механических характеристик электропривода. Ввод параметров в компьютерную модель ПЧ с векторной системой управления, настройка внутреннего контура тока статора.	4
11, 12	4	«Исследование частотно-регулируемого электропривода переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты (часть 2)». Настройка внешних контуров потока и скорости в ПЧ с векторной системой управления асинхронного двигателя. Снятие динамических и механических характеристик электропривода.	4

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 320-324; [Осн. лит., 2], с. 5-19, с. 25-28, с. 62-70, с. 200-210, с. 283-291, с. 325-335; ЭУМД: [Осн. лит., 1]; ПО: [1], [2].	8	4
Подготовка к зачету	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 99-102, с. 118-120, с. 155-185, с. 253-264, с. 304-308, с. 320-324; [Осн. лит., 2], с. 5-19, с. 25-28, с. 53-70, с. 187-199, с. 200-210, с. 231-239, с. 245-255, с. 283-291, с. 325-335; [Осн. лит., 3], с. 93-139; [Доп. лит., 1], с. 105-111, с. 129-134, с. 138-142; [Доп. лит., 2], с. 121-135, с. 179-233; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 99-102, с. 118-120, с. 155-185, с. 253-264, с. 304-308, с. 320-324; УМО для СРС [1], с. 10-34; Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине: [1], [2], [3].	8	9,75
Подготовка к семестровым заданиям	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 99-102, с. 118-120, с. 155-185, с. 253-264, с. 304-308; [Осн. лит., 2], с. 5-19, с. 25-28, с. 53-62, с. 187-199, с. 200-210, с. 231-239, с. 245-255; [Осн. лит., 3], с. 93-139; [Доп. лит., 1], с. 105-111, с. 129-134, с. 138-142; [Доп. лит., 2], с. 121-135, с. 179-233; [Доп. лит., 3], с. 25-29; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 99-102, с. 118-120, с. 155-185, с. 253-264, с. 304-308; [Осн. лит., 2], с. 126-136, с. 182-192, с. 193-206, с. 242-256; [Доп. лит., 3], с. 11-237; Профессиональные базы данных и	8	6



	информационные справочные системы: [1], [2].		
Оформление отчетов по семестровым заданиям	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 99-102, с. 118-120, с. 155-185, с. 253-264, с. 304-308; [Осн. лит., 2], с. 5-19, с. 25-28, с. 53-62, с. 187-199, с. 200-210, с. 231-239, с. 245-255; [Осн. лит., 3], с. 93-139; [Доп. лит., 1], с. 105-111, с. 129-134, с. 138-142; [Доп. лит., 2], с. 121-135, с. 179-233; [Доп. лит., 3], с. 25-29; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 99-102, с. 118-120, с. 155-185, с. 253-264, с. 304-308; [Осн. лит., 2], с. 126-136, с. 182-192, с. 193-206, с. 242-256; [Доп. лит., 3], с. 11-237; Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], [2]; ПО: [1], [2].	8	12

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Семестровое задание 1	0,1	6	По семестровому заданию 1 «Моделирование однофазного однополупериодного управляемого выпрямителя» (контроль раздела 1) студент индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность компьютерной модели, экспериментальных характеристик, графиков, временных диаграмм и срок выполнения задания. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей. 1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисовочных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах): - качество оформление соответствует требованиям – 1 балл; - качество оформление частично соответствует требованиям – 0,5 балла; - качество оформление не соответствует требованиям – 0 баллов.	зачет

					<p>2. Временные диаграммы токов и напряжений преобразователя:  - диаграммы сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все диаграммы – 0,5 балла;  - диаграммы сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>3. Временные диаграммы сигналов системы импульсно-фазового управления:  - диаграммы сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все диаграммы – 0,5 балла;  - диаграммы сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>4. Регулировочная характеристика системы управления:  - характеристика снята верно – 1 балл;  - частично верно – 0,5 балла;  - характеристика снята неверно или отсутствует – 0 баллов.</p> <p>5. Регулировочные характеристики преобразователя:  - характеристики сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;  - характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>6. Регулировочные характеристики преобразователя совместно с системой управления:  - характеристики сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;  - характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>7. Срок выполнения задания:  - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</p>		
2	8	Текущий контроль	Отчет ЛР1	0,15	8	<p>По лабораторной работе 1 (контроль раздела 2) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисовочных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):  - качество оформление работы соответствует</p>	зачет

					<p>требованиям – 1 балл;  - качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла;  - качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов.</p> <p>2. Правильность экспериментальных данных:  - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 4 балла;  - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 3 балла;  - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 2 балла;  - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 1 балл;  - экспериментальные данные сняты не верно, большая часть графиков или временных диаграмм не построена – 0 баллов.</p> <p>3. Правильность выводов:  - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 3 балла;  - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 2,25 балла;  - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,5 балл;  - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,75 балла;  - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.</p> <p>4. Срок выполнения отчета:  - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</p>		
3	8	Текущий контроль	Семестровое задание 2	0,3	12	<p>По семестровому заданию 2 «Реверсивный электропривод постоянного тока с силовым тиристорным преобразователем» (контроль раздела 3) студент индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность расчетов, экспериментальных характеристик, графиков, временных диаграмм, настройки компьютерной модели и срок выполнения задания.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисовочных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на</p>	зачет

					<p>временных диаграммах):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество оформление соответствует требованиям – 1 балл;</li> <li>- качество оформление частично соответствует требованиям – 0,5 балла;</li> <li>- качество оформление не соответствует требованиям – 0 баллов.</li> </ul> <p>2. Расчет параметров двигателя и преобразователя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li> <li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li> <li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов (работа возвращается на исправление).</li> </ul> <p>3. Проверка расчетных параметров в компьютерной модели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверка выполнена верно – 1 балл;</li> <li>- имеются ошибки в модели – 0 баллов (работа возвращается на исправление).</li> </ul> <p>4. Настройка начального угла управления:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- настройка выполнена верно – 1 балл;</li> <li>- имеются ошибки в настройке – 0 баллов (работа возвращается на исправление).</li> </ul> <p>5. Регулировочные характеристики преобразователя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристики сняты верно – 1 балл;</li> <li>- частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;</li> <li>- характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</li> </ul> <p>6. Временные диаграммы токов и напряжений преобразователя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диаграммы сняты верно – 1 балл;</li> <li>- частично верно или сняты не все диаграммы – 0,5 балла;</li> <li>- диаграммы сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</li> </ul> <p>7. Расчет параметров регулятора тока якоря:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li> <li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li> <li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов.</li> </ul> <p>8. Настройка внутреннего контура тока якоря:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, все переходные процессы приведены – 1 балл;</li> <li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, не все переходные процессы приведены – 0,5 балла;</li> <li>- настройка выполнена неверно, расчетные данные не совпадают с моделью – 0 баллов.</li> </ul> <p>9. Расчет параметров регулятора скорости</p>
--	--	--	--	--	---

					<p>двигателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li> <li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li> <li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов.</li> </ul> <p>10. Настройка внешнего контура скорости двигателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, все переходные процессы приведены – 1 балл;</li> <li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, не все переходные процессы приведены – 0,5 балла;</li> <li>- настройка выполнена неверно, расчетные данные не совпадают с моделью – 0 баллов.</li> </ul> <p>11. Динамические характеристики электропривода:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристики сняты верно – 1 балл;</li> <li>- частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;</li> <li>- характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</li> </ul> <p>12. Механические характеристики электропривода:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристики сняты верно – 1 балл;</li> <li>- частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;</li> <li>- характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</li> </ul> <p>13. Срок выполнения задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</li> </ul>		
4	8	Текущий контроль	Семестровое задание 3	0,15	5	<p>По семестровому заданию 3 «Частотно-регулируемый электропривод переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты со скалярной системой управления» (контроль раздела 4) студент индивидуально предоставляет оформленный отчет в установленный срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность расчетов, экспериментальных характеристик, графиков, временных диаграмм, настройки компьютерной модели и срок выполнения задания. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисовочных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество оформление соответствует</li> </ul>	зачет

					<p>требованиям – 1 балл;  - качество оформление частично соответствует требованиям – 0,5 балла;  - качество оформление не соответствует требованиям – 0 баллов.</p> <p>2. Расчет параметров двигателя и преобразователя:  - расчет выполнен верно – 1 балл;  - имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;  - имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов (работа возвращается на исправление).</p> <p>3. Динамические характеристики электропривода:  - характеристики сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;  - характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>4. Временные диаграммы токов и напряжений преобразователя:  - диаграммы сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все диаграммы – 0,5 балла;  - диаграммы сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>5. Механические характеристики электропривода:  - характеристики сняты верно – 1 балл;  - частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла;  - характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>6. Срок выполнения задания:  - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</p>		
5	8	Текущий контроль	Семестровое задание 4	0,3	10	<p>По семестровому заданию 4 «Частотно-регулируемый электропривод переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты с векторной системой управления» (контроль раздела 4) студент индивидуально предоставляет оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность расчетов, экспериментальных характеристик, графиков, временных диаграмм, настройки компьютерной модели и срок выполнения задания.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисовочных надписей, названия таблиц, координатных</p>	зачет

					<p>осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- качество оформление соответствует требованиям – 1 балл;</li><li>- качество оформление частично соответствует требованиям – 0,5 балла;</li><li>- качество оформление не соответствует требованиям – 0 баллов.</li></ul> <p>2. Расчет параметров двигателя и преобразователя:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li><li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li><li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов (работа возвращается на исправление).</li></ul> <p>3. Расчет параметров регулятора тока статора:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li><li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li><li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов.</li></ul> <p>4. Настройка внутреннего контура тока статора:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, все переходные процессы приведены – 1 балл;</li><li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, не все переходные процессы приведены – 0,5 балла;</li><li>- настройка выполнена неверно, расчетные данные не совпадают с моделью – 0 баллов.</li></ul> <p>5. Расчет параметров регулятора потока:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li><li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li><li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0 баллов.</li></ul> <p>6. Настройка внутреннего контура потока:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, все переходные процессы приведены – 1 балл;</li><li>- настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, не все переходные процессы приведены – 0,5 балла;</li><li>- настройка выполнена неверно, расчетные данные не совпадают с моделью – 0 баллов.</li></ul> <p>7. Расчет параметров регулятора скорости двигателя:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- расчет выполнен верно – 1 балл;</li><li>- имеются незначительные ошибки – 0,5 балла;</li><li>- имеются серьезные ошибки в расчетах – 0</li></ul>	
--	--	--	--	--	---	--

					баллов. 8. Настройка внешнего контура скорости двигателя: - настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, все переходные процессы приведены – 1 балл; - настройка выполнена верно, расчетные данные совпадают с моделью, не все переходные процессы приведены – 0,5 балла; - настройка выполнена неверно, расчетные данные не совпадают с моделью – 0 баллов. 9. Динамические характеристики электропривода: - характеристики сняты верно – 1 балл; - частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла; - характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов. 10. Механические характеристики электропривода: - характеристики сняты верно – 1 балл; - частично верно или сняты не все характеристики – 0,5 балла; - характеристики сняты неверно или отсутствуют – 0 баллов. 11. Срок выполнения задания: - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.		
6	8	Бонус	Бонус	-	15	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины, а также публикациях по тематике дисциплины. +15 за победу в олимпиаде международного уровня. +10 за победу в олимпиаде российского уровня. +5 за победу в олимпиаде университетского уровня. +1 за участие в олимпиаде, конкурсе, научно-практической конференции, публикацию статьи по тематике дисциплины за каждое мероприятие.	зачет
7	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	20	Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить знания студентов по всем разделам курса. На ответы отводится 30 минут. - Правильный ответ на вопрос – 1 балл. - Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных	зачет



						ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	
--	--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>К зачету допускаются студенты, выполнившие все задания по всем разделам курса. Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Оценка на зачете рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> плюс бонусные баллы <math>R_b</math> (максимум 15) по формуле: <math>R_{тек} = 0,1 * KM1 + 0,15 * KM2 + 0,3 * KM3 + 0,15 * KM4 + 0,3 * KM5</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающегося выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. Тогда рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по формуле: <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b</math>, где <math>R_{па}</math> – рейтинг за промежуточную аттестацию.</p> <p>Критерии оценивания: «Зачтено» – <math>R_d = 100...60\%</math>; «Не зачтено» – <math>R_d = 0...59\%</math>.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знает: Законы управления электроприводами постоянного и переменного тока и их основные характеристики; методы настройки замкнутых систем электроприводов.		+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Рассчитывать параметры силовых цепей и систем управления электроприводов постоянного и переменного тока; настраивать замкнутые системы электроприводов на основе компьютерных моделей.		+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Разработки компьютерных моделей электроприводов для проектирования объектов профессиональной деятельности.		+	+	+	+	+	+
ПК-3	Знает: Методы исследования статических и динамических характеристик электроприводов		+	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: Выполнять теоретические исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет		+	+	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: Исследования систем электроприводов постоянного и переменного тока с привлечением компьютерных моделей		+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Гельман, М. В. Преобразовательная техника [Текст] учеб. пособие по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423, [1] с. ил. электрон. версия
2. Дудкин, М. М. Элементы информационной электроники систем управления вентилями преобразователями [Текст] монография М. М. Дудкин, Л. И. Цытович ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 361, [1] с. ил.
3. Усынин, Ю. С. Системы управления электроприводов [Текст] учеб. пособие Ю. С. Усынин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 358 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Усынин, Ю. С. Теория автоматического управления [Текст : непосредственный] учеб. пособие для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" Ю. С. Усынин. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 174, [1] с. ил. электрон. версия
2. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов Учеб. для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" В. М. Терехов, О. И. Осипов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 299 с.
3. Асинхронные двигатели серии 4А [Текст] справочник А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. - М.: Энергоиздат, 1982. - 503 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Электричество теорет. и науч.-практ. журн. Рос. акад. наук, Отделение физ.-техн. проблем энергетики, Федерация энергет. и электротехн. обществ журнал. - М., 1996-
2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-
3. Реферативный журнал. Энергетика. 22. свод. том Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНТИ, 1982-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Потапов, А. Н. Математическая система MATLAB [Текст] Ч. 1 учеб. пособие для самостоят. работы А. Н. Потапов, Е. М. Уфимцев ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 73 с., электрон. версия

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Потапов, А. Н. Математическая система MATLAB [Текст] Ч. 1 учеб. пособие для самостоят. работы А. Н. Потапов, Е. М. Уфимцев ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 73 с., электрон. версия

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf</a>
2	Основная литература	Образовательная платформа Юрайт	Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие для вузов / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 306 с. <a href="https://urait.ru/bcode/472854">https://urait.ru/bcode/472854</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. — Москва : ДМК Пресс, 2007. — 288 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/1175">https://e.lanbook.com/book/1175</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	471 (3)	Компьютерный класс, имеющий 18 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный комплект программного обеспечения для моделирования систем автоматизированных электроприводов постоянного и переменного тока в программе MatLab+Simulink: трехфазный тиристорный регулятор напряжения и система плавного пуска асинхронного электродвигателя с обратной связью по току статора, реверсивный электропривод постоянного тока с силовым тиристорным преобразователем и двухконтурной системой подчиненного регулирования, частотно-регулируемый электропривод переменного тока на базе двухзвенного преобразователя частоты со скалярной и векторной системами управления. Имеются необходимые аудиовизуальные средства обучения.

Самостоятельная работа студента	812 (3б)	Компьютерный класс имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах полупроводниковых приборов).
Лекции	526-2 (1)	Мультимедийный класс на 50 мест. Оснащен одним компьютером, проектором с экраном, мультимедийными колонками, имеется выход в интернет. На компьютере установлена операционная система Windows, Microsoft Office, MatLab+Simulink.