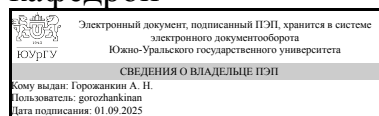


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



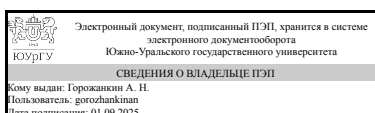
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.01 Силовая преобразовательная техника
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Электроснабжение промышленных предприятий и городов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

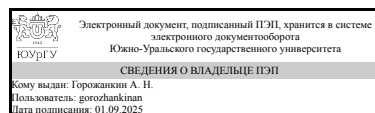
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

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



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



А. Н. Горожанкин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - сформировать у студентов общее представление о принципах действия и характеристиках основных элементов преобразовательной техники и применении преобразовательной техники в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов. Задачами дисциплины являются обучение типовым расчетам для выбора элементов и оценки качества электроэнергии, а также навыкам моделирования систем электроснабжения с преобразовательной техникой для проверки проведенных расчетов.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина состоит из 5-и разделов: силовая электроника, выпрямители, регуляторы, инверторы и преобразователи частоты. В разделе "Силовая электроника" рассмотрена основная элементная база преобразовательной техники. Раздел "Выпрямители" посвящен принципам действия и основным характеристикам различных схем выпрямителей. В разделах "Регуляторы", "Инверторы" и "Преобразователи частоты" кратко изложены принципы действия и основные характеристики преобразователей. Особое внимание уделено сравнению схем и их имитационному моделированию с использованием MatLab. Также рассматривается применение преобразователей в системах электроснабжения и воздействие преобразователей на качество электроэнергии в СЭС.

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: Принципы работы, схемы и характеристики вентильных преобразователей Умеет: Выполнять расчеты для выбора схем вентильных преобразователей и их основных элементов Имеет практический опыт: Имитационного моделирования систем электроснабжения с вентильными преобразователями в MatLab

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электротехнологические промышленные установки, Электропитающие сети систем электроснабжения, Электрические и электронные аппараты, Надежность электроснабжения, Физические основы электроники, Электрический привод, Электрические станции и подстанции, Электрические машины, Проектирование электрических сетей,	Не предусмотрены

Переходные процессы в системах электроснабжения, Электроснабжение, Электроэнергетические системы и сети, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Физические основы электроники	Знает: Принцип действия диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, их характеристики и параметры; основы расчета простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов. Выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах. Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей. Экспериментального исследования характеристик и правильного выбора полупроводниковых приборов; способами управления электронными устройствами.
Проектирование электрических сетей	Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей
Переходные процессы в системах электроснабжения	Знает: Основные характеристики и параметры электрооборудования систем электроснабжения, Методы расчета переходных режимов в системах электроснабжения Умеет: Выполнять расчеты токов коротких замыканий и оценку устойчивости систем электроснабжения, Выбирать оборудование систем электроснабжения с учетом переходных режимов Имеет практический опыт:
Электротехнологические промышленные установки	Знает: Принципы и режимы работы электротехнологических промышленных установок, их влияние на систему электроснабжения и друг на друга Умеет: Выполнять имитационное моделирование и расчеты систем электроснабжения для электротехнологических промышленных

	установок Имеет практический опыт:
Электроснабжение	Знает: Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем, Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности Умеет: Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами, Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов Имеет практический опыт: Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов, Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения
Электрические и электронные аппараты	Знает: Основные характеристики аппаратов, которые применяются в современной электроэнергетике. Умеет: Выбирать основные типы электрических аппаратов для коммутации и защиты электрических цепей объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования электрических аппаратов.
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 технологического процесса и методы их определения, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин 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 Имеет практический опыт: Использования 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
Электроэнергетические системы и сети	Знает: Физико-математический аппарат для моделирования режимов работы электрической сети. Методы расчета звена электропередачи. Методы проведения экспериментов для оценки режимов работы электрической сети, Об основных научно-технических проблемах и перспективах развития электроэнергетических систем и сетей. О способах и средствах транспорта электрической энергии. Об общих закономерностях физических процессов в электроэнергетических системах. О конструктивном выполнении высоковольтных линий электропередачи Умеет: Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач эксплуатации, правила устройства электроустановок при эксплуатации электрических сетей, методы анализа параметров режима электрической сети. Обработать результаты измерений и экспериментов, Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования, правила устройства электроустановок при проектировании электрических сетей, общепринятые методы расчёта установившихся режимов в электроэнергетических системах Имеет практический опыт: Экспериментального исследования режимов работы элементов электрической сети и анализа условий и параметров их работы, Расчёта режимов электроэнергетических систем общеизвестными методами
Электропитающие сети систем электроснабжения	Знает: Методы расчета режимов работы и проектирования элементов электропитающих сетей систем электроснабжения Умеет: Проводить технико-экономическое обоснование, выбирать оптимальные конфигурации и выполнять расчеты режимов электропитающих сетей систем электроснабжения Имеет практический опыт: Применения программных продуктов для выполнения расчетов режимов электропитающих сетей систем электроснабжения
Надежность электроснабжения	Знает: Методы расчета надежности систем электроснабжения Умеет: Проводить расчет

	надежности систем электроснабжения и учитывать надежность при технико-экономическом сравнении вариантов Имеет практический опыт:
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 станции и подстанции	Знает: Назначение и устройство обслуживаемого оборудования, схемы первичных соединений, сети собственных нужд, оперативного тока и электромагнитной блокировки, Нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, - "ПУЭ", "НТП подстанций напряжением 35-750 кВ.", "Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ.", Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетики: синхронных генераторов, силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и напряжения Умеет: Пользоваться нормативными документами и методиками проектирования электроэнергетических объектов, Находить и определять параметры высоковольтного электрооборудования по справочным, каталожным, нормативным и др. документам Имеет практический опыт: Работы с нормативно-техническими документами, Выбора основного высоковольтного электрооборудования и расчета его параметров
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: Основные характеристики и

	конструктивное исполнение оборудования и элементов систем электроснабжения Умеет: Взаимодействовать с другими членами команды для достижения поставленной задачи, Читать электрические схемы систем электроснабжения Имеет практический опыт:
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 97 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	180	108	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	84	48	36
Лекции (Л)	28	16	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	28	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	28	16	12
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	83	53,5	29,5
Подготовка к защите лабораторных работ № 1 и №2	10	10	0
Подготовка к лабораторным работам №1 и №2 и выполнение отчетов по ним	33,5	33.5	0
Подготовка к итоговому тестированию	10	10	0
Подготовка к защите лабораторных работ №3 и №4	5	0	5
Подготовка к лабораторным работам №3 и №4 и выполнение отчетов по ним	20	0	20
Подготовка к итоговому тестированию	4,5	0	4.5
Консультации и промежуточная аттестация	13	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Выпрямители тока	46	14	16	16
2	Реверсивные тиристорные преобразователи	2	2	0	0
3	Преобразователи постоянного и переменного напряжения	14	8	0	6
4	Автономные инверторы	20	2	12	6
5	Преобразователи частоты	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во
----------	-----------	---	--------

			часов
1	1	Классификация вентильных преобразователей. Область их применения. Цели и задачи курса. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель тока при активной и активно-индуктивной нагрузке: временные диаграммы, основные соотношения в схеме.	2
2	1	Сглаживающие фильтры: емкостной, индуктивный, Г-образный. Внешние характеристики однофазного мостового выпрямителя со сглаживающими фильтрами.	2
3	1	Трехфазная нулевая и шестифазная схемы выпрямления: временные диаграммы при активно-индуктивной нагрузке, основные соотношения, преимущества и недостатки.	2
4	1	Трехфазная мостовая и двенадцатифазная схемы выпрямления: временные диаграммы при активно-индуктивной нагрузке, основные соотношения, преимущества и недостатки.	2
5	1	Управляемые выпрямители тока: временные диаграммы токов и напряжений на примере трехфазной нулевой схемы в непрерывном, прерывистом и граничном режимах при активной и активно-индуктивной нагрузках, идеальные регулировочные характеристики. Коммутационные процессы в управляемых выпрямителях тока на примере трехфазной нулевой схемы. Схема замещения однофазного трансформатора и выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики управляемых выпрямителей тока в непрерывном режиме.	2
6	1	Прерывистый и граничный режимы работы. Работа выпрямителей тока на ПЭДС. Регулировочные и внешние характеристики управляемых выпрямителей в прерывистом режиме при активно-индуктивной и активно-индуктивной нагрузке с ПЭДС. Энергетические показатели выпрямителей тока: КПД, коэффициент пульсаций, гармонические составляющие входного тока, коэффициент мощности.	2
7	1	Классификация инверторов. Понятие о направлении потока мощности на примере АКБ и электрической машины. Переход от выпрямительного к инверторному режиму на примере однофазной мостовой схемы выпрямления. Векторная диаграмма входного напряжения и тока. Регулировочные и внешние характеристики ведомого инвертора, выполненного по трехфазной мостовой схеме в непрерывном и прерывистом режимах. Условия устойчивой работы инвертора, ограничительная характеристика.	2
8	2	Схемы реверсивных преобразователей: перекрестная, встречно-параллельная. Способы управления: раздельное, совместное. Внешние и регулировочные характеристики при раздельном управлении. Совместное управление и способы ограничения уравнивающих токов. Внешние характеристики при совместном управлении. Сравнение совместного и раздельного управления.	2
9	3	Классификация вентильных преобразователей и преобразователей постоянного напряжения (ППН). Область применения. Понижающий ППН с бестрансформаторной развязкой. Временные диаграммы токов и напряжений в непрерывном режиме. Регулировочная характеристика. Основные соотношения.	2
10	3	Бестрансформаторные ППН. Внешние характеристики понижающего ППН. Прерывистый режим работы. Энергетические характеристики. Преимущества и недостатки. Повышающий и инвертирующие ППН. Регулировочные и внешние характеристики. Их преимущества и недостатки.	2
11	3	Классификация регуляторов переменного напряжения (РПН). Однофазные РПН с фазовым способом управления. Область применения. Временные диаграммы токов и напряжений при активной и активно-индуктивной нагрузках. Регулировочные и энергетические характеристики. Фазоступенчатое (двухзонное) регулирование в однофазном РПН. Трехфазные	2

		РПН с фазовым способом управления. Силовые схемы (звезда, треугольник). Временные диаграммы выходных напряжений при активной нагрузке. Область применения. Преимущества и недостатки РПН. РПН с импульсной модуляцией на низкой частоте. Область применения. Временные диаграммы токов и напряжений однофазного РПН. Преимущества и недостатки. Синхронизированное управление РПН на низкой частоте.	
12	3	Непосредственные РПН с импульсной модуляцией на высокой частоте. Схема и регулировочные характеристики понижающего, повышающего и инвертирующего однофазных РПН. Временные диаграммы токов и напряжений понижающего РПН. Схема трехфазного РПН. Преимущества и недостатки непосредственных РПН. РПН с вольтодобавочным трансформатором. Схемы, временные диаграммы, принцип работы, область применения. Преимущества и недостатки. Двухзвенные РПН. Область применения. Преимущества и недостатки.	2
13	4	Классификация автономных инверторов. Область их применения. Однофазный мостовой и полумостовой автономные инверторы напряжения (АИН): временные диаграммы токов и напряжений, основные соотношения, качество выходного напряжения, преимущества и недостатки. Однофазный мостовой АИН с ШИР на основе фазового сдвига импульсов управления: временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, регулировочная характеристика, качество выходного напряжения, преимущества и недостатки.	2
14	5	Классификация преобразователей частоты (ПЧ). Двухзвенный ПЧ на основе управляемого выпрямителя на входе и автономного инвертора напряжения (АИН) с шестиступенчатой формой выходного напряжения: временные диаграммы токов и напряжений, преимущества и недостатки. Двухзвенный ПЧ на основе неуправляемого выпрямителя (НВ) и АИН с ШИМ: временные диаграммы токов и напряжений, преимущества и недостатки. Процессы инверторного торможения в двухзвенном ПЧ с НВ на входе.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1, 2	1	Построение временных диаграмм сигналов для однофазной мостовой схемы выпрямления (неуправляемая и управляемая) при активной, активно-индуктивной и емкостной нагрузках. Переход от непрерывного в граничный и прерывистый режимы работы. Влияние угла коммутации на временные диаграммы.	4
3, 4	1	Построение временных диаграмм сигналов для трехфазной нулевой схемы выпрямления (неуправляемая и управляемая) при активно-индуктивной и активно-индуктивной с противо-ЭДС нагрузках. Переход от непрерывного в граничный и прерывистый режимы работы. Влияние угла коммутации на временные диаграммы.	4
5, 6	1	Построение временных диаграмм сигналов для трехфазной мостовой схемы выпрямления (неуправляемая и управляемая) в непрерывном режиме без и с учетом коммутации в выпрямительном режиме.	4
7, 8	1	Построение временных диаграмм сигналов для трехфазной нулевой и мостовой схем выпрямления в непрерывном режиме без и с учетом коммутации в инверторном режиме.	4
9	4	Законы импульсной модуляции. Двухполярная и однополярная ШИМ в однофазном мостовом АИН: временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, основные соотношения, регулировочная	2

		характеристика, спектр выходного напряжения, преимущества и недостатки. Метод гистерезисной или «дельта»-модуляции в однофазном полумостовом АИН: временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, спектр выходного напряжения, преимущества и недостатки.	
10	4	Построение временных диаграмм напряжений и токов, расчет внешних и энергетических характеристик однофазного АИН с одноимпульсной ШИР, двухполярной и однополярной ШИМ.	2
11	4	Пространственно-векторная ШИМ в трехфазном мостовом АИН: теория пространственного вектора, таблица базовых векторов, выражения расчета коэффициентов модуляции, функциональная схема микропроцессорной системы управления, временные диаграммы напряжений совместно с системой управления, основные соотношения, регулировочная характеристика. Преимущества и недостатки пространственно-векторной ШИМ по сравнению с синусоидальной ШИМ.	2
12	4	Построение временных диаграмм токов и напряжений для трехфазного мостового автономного инвертора напряжения с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией для различных секторов.	2
13	4	Трехфазный мостовой АИТ на полностью управляемых ключах: временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, основные соотношения, преимущества и недостатки. Пространственно-векторная ШИМ в трехфазном мостовом АИТ: теория пространственного вектора, таблица базовых векторов, выражения расчета коэффициентов модуляции, временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, основные соотношения, регулировочная характеристика.	2
14	4	Построение временных диаграмм токов и напряжений для трехфазного мостового автономного инвертора тока с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией для различных секторов.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1, 2	1	Лабораторная работа №1. Исследование однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, внешних и энергетических характеристик однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров (емкостной, индуктивный, Г-образный).	4
3, 4	1	Защита лабораторной работы №1	4
5, 6	1	Лабораторная работа №2. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя тока в режимах выпрямления и инвертирования. Изучение электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей трехфазного управляемого выпрямителя тока, выполненного по мостовой схеме, в режимах выпрямления и инвертирования при работе на активно-индуктивную нагрузку с противо-ЭДС.	4
7, 8	1	Защита лабораторной работы №2	4
9, 10	3	Лабораторная работа №3. Исследование понижающего преобразователя постоянного напряжения и импульсного стабилизатора на его основе». Изучение регулировочных, внешних и энергетических характеристик понижающего преобразователя постоянного напряжения (ППН) с индуктивным и Г-образным LC-фильтром в различных режимах работы, а также характеристик импульсного стабилизатора постоянного напряжения на базе понижающего ППН.	4

11	3	Защита лабораторной работы №3	2
12, 13	4	Лабораторная работа №4. Исследование однофазного автономного инвертора напряжения с различными методами регулирования и выходного LC-фильтра в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, регулировочных, внешних и энергетических характеристик однофазного автономного инвертора напряжения (АИН) с одноимпульсным широтно-импульсным регулированием, двухполярной и однополярной широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) с законом управления $U/f = \text{const}$ при работе на активно- индуктивную нагрузку, а также выходного LC-фильтра.	4
14	4	Защита лабораторной работы №4	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к защите лабораторных работ № 1 и №2	1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см. Стр. 218-277; 2. Гельман М. В. Преобразовательная техника : 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.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684 . Стр. 97-147	7	10
Подготовка к лабораторным работам №1 и №2 и выполнение отчетов по ним	1. Брылина О. Г. Силовая электроника : учеб. пособие к виртуальным лаб. работам по специальностям 140400.62 и 140400.68 / О. Г. Брылина, М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143, [1] с.: ил. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000515302 . Стр. 3-15, 16-27, 39-56.	7	33,5
Подготовка к итоговому тестированию	1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см. Стр. 218-277; 2. Гельман М. В. Преобразовательная техника : 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.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684 . Стр. 97-160	7	10
Подготовка к защите лабораторных работ №3 и №4	1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см. Стр. 296-320, 349-369, 393-435; 2. Гельман М. В. Преобразовательная техника : учеб. пособие по направлению	8	5

	"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.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684 . Стр. 196-278.		
Подготовка к лабораторным работам №3 и №4 и выполнение отчетов по ним	1. Брылина О. Г. Силовая электроника : учеб. пособие к виртуальным лаб. работам по специальностям 140400.62 и 140400.68 / О. Г. Брылина, М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143, [1] с. : ил. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000515302 . Стр. 3-16, 84-113.	8	20
Подготовка к итоговому тестированию	1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см. Стр. 296-320, 349-369, 393-435; 2. Гельман М. В. Преобразовательная техника : 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.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684 . Стр. 196-278, 304-324.	8	4,5

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Выполнение отчета по лабораторной работе №1	1	10	По лабораторной работе 1 «Исследование однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров» (контроль раздела 1) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего	дифференцированный зачет

					задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов. 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 работы соответствует требованиям – 1 балл; - качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла; - качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов. 2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания: - правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. 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, экзамен 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. 4. Правильность выводов: - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла; - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.	
2	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	3	Студенту задается 3 вопроса. При правильном ответе на вопрос ставится 1 балл, при неполном ответе 0,5 балла, при неправильном ответе 0 баллов. Время на размышления над каждым вопросом 1 минута, в противном случае выставляется 0 баллов.	дифференцированный зачет
3	7	Текущий контроль	Выполнение отчета по лабораторной работе №2	1	10	По лабораторной работе 2 «Исследование трехфазного управляемого выпрямителя тока в режимах	дифференцированный зачет

					выпрямления и инвертирования» (контроль раздела 1) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей. 1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисуночных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах): - качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла; - качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов. 2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания: - правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на	
--	--	--	--	--	--	--

						25% – 0,75 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. 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, экзамен 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. 4. Правильность выводов: - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла; - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.	
4	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	3	Студенту задается 3 вопроса. При правильном ответе на вопрос ставится 1 балл, при неполном ответе	дифференцированный зачет

						0,5 балла, при неправильном ответе 0 баллов. Время на размышления над каждым вопросом 1 минута, в противном случае выставляется 0 баллов.	
5	7	Бонус	Своевременная сдача отчетов по лабораторным работам и их защита	-	4	В случае сдачи отчета по лабораторной работе в бумажном виде преподаватель ставит дату на титульном листе, в случае сдачи отчета в электронном виде (прикрепления в курс электронного ЮУрГУ) дата автоматически ставиться в системе. При сдаче отчета по лабораторной работе №1 до 9 недели семестра - 1 балл. В случае защиты отчета по лабораторной работе №1 до 10 недели семестра - 1 балл. При сдаче отчета по лабораторной работе №2 до 17 недели семестра - 1 балл. В случае защиты отчета по лабораторной работе №2 до 18 недели семестра - 1 балл.	дифференцированный зачет
6	7	Промежуточная аттестация	Итоговое тестирование	-	25	Тест по изучаемой теме состоит из 25 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы нет ограничения по времени. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Всего дается 3 попытки, засчитывается наилучший результат. Зачтено: рейтинг	дифференцированный зачет

						обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
7	8	Текущий контроль	Выполнение отчета по лабораторной работе №3	1	10	По лабораторной работе 3 «Исследование понижающего преобразователя постоянного напряжения и импульсного стабилизатора на его основе» (контроль раздела 4) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей. 1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисуночных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах): - качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла; - качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов. 2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания: - правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла;	экзамен

					- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. 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, экзамен 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. 4. Правильность выводов: - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл;	
--	--	--	--	--	---	--

						- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла; - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.	
8	8	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	3	Студенту задается 3 вопроса. При правильном ответе на вопрос ставится 1 балл, при неполном ответе 0,5 балла, при неправильном ответе 0 баллов. Время на размышления над каждым вопросом 1 минута, в противном случае выставляется 0 баллов.	экзамен
9	8	Текущий контроль	Выполнение отчета по лабораторной работе №4	1	10	По лабораторной работе 4 «Исследование однофазного автономного инвертора напряжения с различными методами регулирования и выходного LC-фильтра» (контроль раздела 4) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей. 1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисуночных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах): - качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла;	экзамен

					- качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов. 2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания: - правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. 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, экзамен 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. 4. Правильность выводов: - выводы написаны самостоятельно и	
--	--	--	--	--	--	--

						логически-обоснованы – 2 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл; - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла; - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.	
10	8	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	1	3	Студенту задается 3 вопроса. При правильном ответе на вопрос ставится 1 балл, при неполном ответе 0,5 балла, при неправильном ответе 0 баллов. Время на размышления над каждым вопросом 1 минута, в противном случае выставляется 0 баллов.	экзамен
11	8	Бонус	Своевременная сдача отчетов по лабораторным работам и их защита	-	4	В случае сдачи отчета по лабораторной работе в бумажном виде преподаватель ставит дату на титульном листе, в случае сдачи отчета в электронном виде (прикрепления в курс электронного ЮУрГУ) дата автоматически ставиться в системе. При сдаче отчета по лабораторной работе №1 до 9 недели семестра - 1 балл. В случае защиты отчета по лабораторной работе №1 до 10 недели семестра - 1 балл. При сдаче отчета по лабораторной работе №2 до 17 недели семестра - 1 балл. В случае защиты отчета по лабораторной работе №2 до 18 недели семестра - 1 балл.	экзамен
12	8	Промежуточная аттестация	Итоговое тестирование	-	25	Тест по изучаемой теме состоит из 25 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы нет ограничения по времени.	экзамен

					При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Всего дается 3 попытки, засчитывается наилучший результат. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Оценка выставляется на основании журнала БРС: от 60 до 75 % - удовлетворительно, от 75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично. Если студент желает улучшить оценку, то он может пройти итоговое тестирование. В этом случае оценка из журнала БРС умножается на 0.6, оценка итогового тестирования умножается на 0.4 и результат округляется.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
дифференцированный зачет	Оценка выставляется на основании журнала БРС: от 60 до 75% - удовлетворительно, от 75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично. Если студент желает улучшить оценку, то он может пройти итоговое тестирование. В этом случае оценка из журнала БРС умножается на 0.6, оценка итогового тестирования умножается на 0.4 и результат округляется.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-1	Знает: Принципы работы, схемы и характеристики вентильных преобразователей	+		+		+		+		+			+
ПК-1	Умеет: Выполнять расчеты для выбора схем вентильных преобразователей и их основных элементов	+		+		+	+	+		+		+	+

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	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 http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Брылина О. Г. Силовая электроника : учеб. пособие к виртуальным лаб. работам по специальностям 140400.62 и 140400.68 / О. Г. Брылина, М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143, [1] с.: ил. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000515302
3	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Гасияров В. Р. Физические основы электроники : учеб. пособие по направлению "Мехатроника и робототехника" и др. / В. Р. Гасияров, А. С. Маклаков, А. А. Радионов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мехатроника и автоматизация ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2019. - 102 с.: ил. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564903

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	380 (1)	компьютер, проектор, экран
Лабораторные занятия	526 (1)	Компьютер, проектор, экран. Компьютерный класс с 8-ю компьютерами
Практические занятия и семинары	526 (1)	Компьютер, проектор, экран. Компьютерный класс с 8-ю компьютерами