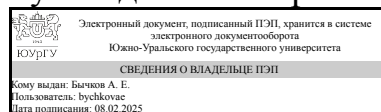


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



А. Е. Бычков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.05 Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями

для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

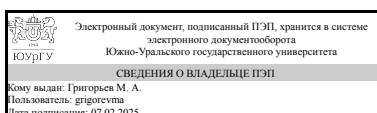
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

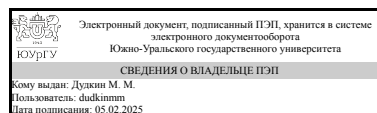
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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 изучить вентильные преобразователи с высокими энергетическими показателями, развить навыки их расчета, анализа и моделирования электромагнитных процессов, синтеза новых схем с повышенными энергетическими показателями. Для осуществления поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: изучить принципы действия, характеристики, параметры, основы расчета, электромагнитные процессы в вентильных преобразователях с повышенными энергетическими показателями; проводить экспериментальные исследования и моделирование в вентильных преобразователях с повышенными энергетическими показателями; научиться синтезировать и анализировать новые схемы вентильных преобразователей с повышенными энергетическими показателями, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет. Новизна курса состоит в том, что в нем большое внимание уделяется изучению вентильных преобразователей, обеспечивающие высокую электромагнитную совместимость преобразователя с питающей сетью, а также устройствам, улучшающие показатели качества электроэнергии в системе электроснабжения, за счет применения новых современных устройств преобразовательной техники, таких как активные выпрямители, матричные преобразователи частоты, активные силовые фильтры-компенсаторы и др.

Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются вентильные преобразователи с высокими энергетическими показателями для регулируемых электроприводов и технологических установок, а также устройства, позволяющие улучшить качество электроэнергии в системах электроснабжения. Влияние преобразователей на питающую сеть. Энергетические показатели управляемых выпрямителей тока и неуправляемых выпрямителей со сглаживающими фильтрами. Однофазные и трехфазные активные выпрямители напряжения (АВН). Системы управления АВН на основе различных законов импульсной модуляции. Системы фазовой автоподстройки частоты. Высоковольтные двухзвенные преобразователи частоты на базе трехуровневых автономных инверторов напряжения и трехфазных автономных инверторов тока. Матричные преобразователи частоты. Устройства, повышающие качество электроэнергии в системах электроснабжения: конденсаторные батареи, конденсаторно-реакторные компенсаторы, резонансные фильтры, активные силовые фильтры (фильтры-компенсаторы), гибридные фильтры. Большое внимание при изучении курса уделяется лабораторным занятиям, на которых студенты закрепляют теоретические знания, полученные на лекционных занятиях. В течение семестра студенты выполняют лабораторные работы и курсовой проект, проходят тестирование по всем разделам курса. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: Энергетические показатели выпрямителей, обратимых преобразователей

	напряжения, преобразователей частоты и пути их улучшения. Умеет: Разрабатывать сложные схемы преобразовательной техники; анализировать сложные электротехнические системы, содержащие различные виды преобразователей и другое оборудование. Имеет практический опыт: По выбору силовых схем для электропривода и электротехнического оборудования с учетом энерго- и ресурсосбережения; выполнения экспериментальных исследований сложных систем, содержащих различные виды преобразователей и другое оборудование; переоценки накопленных знаний в области силовой электроники.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Знает: Принципы действия вентильных преобразователей с повышенными энергетическими показателями и их характеристики; основы расчета схем вентильных преобразователей. Умеет: Использовать методы спектрального анализа, линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока для расчета переходных и установившихся режимов преобразователей; выбирать параметры элементов силовой схемы преобразователей; рассчитывать режимы работы вентильных преобразователей; анализировать сложные электротехнические системы, содержащие различные виды преобразователей и другое оборудование; снимать характеристики устройств силовой электроники с применением электронных осциллографов и компьютеров . Имеет практический опыт: Экспериментальных исследований схем силовой электроники по заданной методике, обработки результатов эксперимента; готовности к составлению научно-технического отчета.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.03 Проектирование специальных электрических машин	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ФД.03 Проектирование специальных электрических машин	Знает: Конструкционные и физические особенности работы специальных электрических

	машин с точки зрения отличия от классических электрических машин., Методы проектирования специальных электрических машин, включая весь комплект конструкторской документации, для объектов профессиональной деятельности. Умеет: Оценивать области применения электрических машин специальной конструкции в объектах профессиональной деятельности., Измерять и вычислять параметры специальных электрических машин для нужд в электроприводе, применяемого на объектах профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Математического моделирования режимов работы специальных электрических машин., Экспериментального определения характеристик специальных электрических машин.
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
Подготовка к экзамену	19,5	19,5
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Подготовка к защите по лабораторным работам	12	12
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Энергетические характеристики управляемых и неуправляемых выпрямителей тока	10	6	0	4
2	Вентильные преобразователи с высокими энергетическими показателями	29	21	0	8
3	Устройства, повышающие качество электрической энергии в системах электроснабжения	9	5	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Влияние преобразователей на питающую сеть. Проблема компенсации реактивной мощности и высших гармоник в системе электроснабжения. Составляющие мощностей в силовой электронике. Коэффициент искажения напряжения сети.	2
2	1	Энергетические характеристики управляемых выпрямителей тока: КПД, гармонические составляющие в выпрямленном напряжении и первичном токе, коэффициент мощности, косинус ϕ .	2
3	1	Энергетические характеристики однофазных и трехфазных неуправляемых выпрямителей тока с емкостным фильтром: гармонические составляющие в первичном токе, коэффициент мощности, косинус ϕ . Двенадцатифазные схемы выпрямителей с последовательным и параллельным включением трехфазных мостов.	2
4	2	Однофазный мостовой активный выпрямитель напряжения (АВН). Выпрямительный и инверторный режим работы. Схемы замещения на этапах коммутации для симметричного закона переключения силовых ключей. Система управления однофазного АВН со стабилизацией выпрямленного напряжения на основе релейно-токового регулирования.	2
5	2	Сетевой (пассивный) фильтр на входе АВН. Законы модуляции в однофазном АВН. Сравнение ШИМ и ЧШИМ. Анализ процессов в однофазном мостовом АВН. Векторные диаграммы в выпрямительном и инверторном режимах. Внешние и энергетические характеристики.	2
6	2	Трехфазный АВН с релейно-токовой системой управления. Однофазная полуостовная схема АВН. Схемы замещения на этапах коммутации. Выбор силовых элементов схемы. Система управления трехфазного АВН со стабилизацией выпрямленного напряжения на основе релейно-токового регулирования. Преимущества и недостатки.	2
7	2	Трехфазный АВН с векторной системой управления. abc , dq , альфа-бетта системы преобразования координат. Функциональная схема АВН с векторной системой управления: режимы потребления (генерации) только активной мощности, режим источника реактивного тока и генерации реактивной мощности.	2
8	2	Пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Теория пространственного вектора. Таблица базовых векторов. Выражения для расчета коэффициентов модуляции на каждом периоде ШИМ. Функциональная схема пространственно-векторной ШИМ. Регулировочная характеристика АВН. Расчет силовых элементов схемы.	2
9	2	Сравнение способов управления АВН. Системы фазовой автоподстройки частоты (однофазные и трехфазные) для синхронизации АВН с напряжением сети. Применение активных выпрямителей в электроприводе. Двухзвенный преобразователь частоты на базе АВН и автономного инвертора напряжения, его преимущества и недостатки.	2
10, 11	2	Высоковольтные двухзвенные преобразователи частоты (ДПЧ) для электроприводов переменного тока. Силовая схема и характеристики высоковольтных преобразователей частоты на базе трехуровневого автономного инвертора напряжения (АИН). Пространственно-векторная ШИМ в трехфазном трехуровневом АИН: силовая схема, комбинации силовых ключей для стойки фазы А, формирование базовых векторов для первого сектора, таблица базовых векторов, формирование пространственного вектора напряжения во всех сегментах первого сектора,	4

		выражения расчета коэффициентов модуляции, функциональная схема микропроцессорной системы управления, временные диаграммы напряжений совместно с системой управления, регулировочная и спектральные характеристики. Сравнение трехфазного двухуровневого (мостового) и трехуровневого АИН.	
12	2	Высоковольтные двухзвенные преобразователи частоты на основе автономных инверторов тока (АИТ) с управляемым и активным выпрямителями тока на входе: временные диаграммы токов и напряжений, преимущества и недостатки. Система управления трехфазного активного выпрямителя тока с векторной системой управления.	2
13	2	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	2	Матричные преобразователи частоты: схема, временные диаграммы токов и напряжений, регулировочная характеристика, преимущества и недостатки.	1
14	3	Устройства, повышающие качество электрической энергии в системах электроснабжения: конденсаторные батареи, конденсаторно-реакторные компенсаторы. Их преимущества и недостатки.	1
15	3	Резонансные фильтры: схема, принцип фильтрация, основные соотношения, добротность, преимущества и недостатки. Активные силовые фильтры. Последовательная, параллельная и последовательно-параллельная схемы включения. Преимущества и недостатки.	2
16	3	Однофазный активный силовой фильтр-компенсатор: схема, система управления, временные диаграммы токов и напряжения совместно с однофазным преобразователем частоты, а также активно-индуктивной нагрузкой и однофазным тиристорным выпрямителем, основные энергетические характеристики. Трехфазный активный фильтр-компенсатор пассивной мощности с релейно-векторной системой управления. Гибридные силовые фильтры.	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	Исследование трехфазного управляемого выпрямителя тока в режимах выпрямления и инвертирования в программе MatLab+Simulink. 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. Исследование влияния преобразователя на питающую сеть.	4
3, 4	2	Исследование трехфазного активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей трехфазного активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления в режимах выпрямления и инвертирования.	4
5, 6	2	Исследование трехфазного трехуровневого автономного инвертора	4

		напряжения с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, регулировочных, внешних и энергетических характеристик трехфазного трехуровневого автономного инвертора напряжения (АИН) с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) и законом управления $U/f = \text{const}$ при работе на активно-индуктивную нагрузку с ПЭДС (имитация асинхронного электродвигателя).	
7, 8	3	Исследование трехфазного активного фильтра-компенсатора с релейно-векторной системой управления в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, регулировочных, внешних и энергетических характеристик трехфазного активного фильтра-компенсатора с релейно-векторной системой управления совместно с трехфазным управляемым и неуправляемым выпрямителем тока.	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 к экзамену	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-277, с. 346-388, с. 393-460, с. 513-518; [Осн. лит., 2], с. 97-154, с. 226-319, с. 325-337, с. 356-367; [Осн. лит., 3], с. 287-364, с. 438-466; [Доп. лит., 1], с. 12-103, с. 128-174; [Доп. лит., 2], с. 189-206, с. 212-242, с. 254-275; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-154, с. 226-319, с. 325-337, с. 356-367; УМО для СРС [1], с. 5-15; Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине: [1], [2], [3].	3	19,5
Оформление отчетов по лабораторным работам	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-277, с. 346-388, с. 393-435, с. 450-460, с. 513-518; [Осн. лит., 2], с. 97-154, с. 226-319, с. 325-337; [Осн. лит., 3], с. 287-364, с. 438-466; [Доп. лит., 1], с. 12-103, с. 128-174; [Доп. лит., 2], с. 189-206, с. 212-242, с. 254-268; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-154, с. 226-319, с. 325-337; [Осн. лит., 2], с. 39-72, с. 100-128; [Доп. лит., 4], с. 11-237; УМО для СРС [1], с. 5-11; Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], [2]; ПО: [1], [2].	3	20
Подготовка к защите по лабораторным работам	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-277, с. 346-388, с. 393-435, с. 450-460, с. 513-518; [Осн. лит., 2], с. 97-154, с. 226-319, с. 325-337; [Осн. лит., 3], с. 287-364, с. 438-466; [Доп. лит., 1], с. 12-103, с. 128-174; [Доп. лит., 2], с. 189-206, с. 212-242, с. 254-268; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-154, с. 226-319, с. 325-347.	3	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	3	Текущий контроль	Отчет ЛР1	0,125	8	По лабораторной работе 1 «Исследование трехфазного управляемого выпрямителя тока в режимах выпрямления и инвертирования» (контроль раздела 1) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета. 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 – 1,0 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 – 2,0 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,0 балл; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. Правильность экспериментальных данных: - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты	экзамен

					выполнены правильно – 3 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 2,25 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 1,5 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 0,75 балла; - 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. 5. Срок выполнения отчета: - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.		
2	3	Текущий контроль	Отчет ЛР2	0,125	8	По лабораторной работе 2 «Исследование трехфазного активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления» (контроль раздела 2) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета. 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	экзамен

						соответствует требованиям – 1,0 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 – 2,0 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,0 балл; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. Правильность экспериментальных данных: - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 3 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 2,25 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 1,5 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 0,75 балла; - 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. 5. Срок выполнения отчета: - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.	
3	3	Текущий	Отчет ЛР3	0,125	8	По лабораторной работе 3 «Исследование	экзамен

		контроль			трехфазного трехуровневого автономного инвертора напряжения с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией» (контроль раздела 2) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета. 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 – 1,0 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 – 2,0 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,0 балл; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. Правильность экспериментальных данных: - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 3 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 2,25 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 1,5 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 0,75	
--	--	----------	--	--	--	--

					балла; - 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. 5. Срок выполнения отчета: - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.	
4	3	Текущий контроль	Отчет ЛР4	0,125	8 По лабораторной работе 4 «Исследование трехфазного активного фильтра-компенсатора с релейно-векторной системой управления» (контроль раздела 3) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета. 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 – 1,0 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 – 2,0 балла; - предварительное домашнее задание	экзамен

					выполнено правильно на 75% – 1,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,0 балл; - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,5 балла; - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов. 3. Правильность экспериментальных данных: - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 3 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 2,25 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 1,5 балла; - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 0,75 балла; - 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. 5. Срок выполнения отчета: - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.		
5	3	Текущий контроль	Защита ЛР1	0,125	10	Защита лабораторной работы 1 «Исследование трехфазного управляемого выпрямителя тока в режимах выпрямления и инвертирования» (контроль раздела 1) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения ЛР. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1. - Правильный ответ на вопрос – 1 балл.	экзамен

						- 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	
6	3	Текущий контроль	Защита ЛР2	0,125	10	Защита лабораторной работы 2 «Исследование трехфазного активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления» (контроль раздела 2) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения ЛР. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1. - 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	экзамен
7	3	Текущий контроль	Защита ЛР3	0,125	10	Защита лабораторной работы 3 «Исследование трехфазного трехуровневого автономного инвертора напряжения с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией» (контроль раздела 2) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения ЛР. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1. - 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.	экзамен

						- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	
8	3	Текущий контроль	Защита ЛР4	0,125	10	Защита лабораторной работы 4 «Исследование трехфазного активного фильтра-компенсатора с релейно-векторной системой управления» (контроль раздела 3) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения ЛР. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1. - 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	экзамен
9	3	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.	экзамен
10	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	Экзамен 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.	экзамен

1. Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями: методические указания к самостоятельной работе / сост.: М.В. Гельман, М.М. Дудкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 17 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями: методические указания к самостоятельной работе / сост.: М.В. Гельман, М.М. Дудкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 17 с.

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. - 100 с. https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf
2	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Брылина О.Г., Гельман М.В., Дудкин М.М. Силовая электроника: учебное пособие к виртуальным лабораторным работам. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143 с. https://aep.susu.ru/assets/53_ucposobelek_la
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Дудкин, М. М. Проектирование трехфазного активного фильтра-компенсатора для улучшения качества электроэнергии в системах электроснабжения: учебное пособие к курсовому проектированию по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / М. М. Дудкин, А. Н. Шишков, О. Г. Брылина. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 47 с. https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000556878&dtype=F&
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB/SimPowerSystems и Simulink. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. М.: ДМК Пресс, 2007. — 288 с. http://e.lanbook.com/book/1175

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 ФГУ 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	810-1	Компьютерный класс, имеющий 25 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный

	(36)	комплект программного обеспечения для моделирования процессов силовых вентильных преобразователей в программе MatLab+Simulink. Имеются необходимые аудиовизуальные средства обучения.
Самостоятельная работа студента	812-1 (36)	Компьютерный класс имеет 25 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	470 (3)	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.