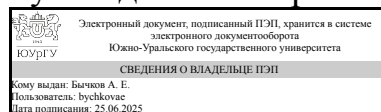


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

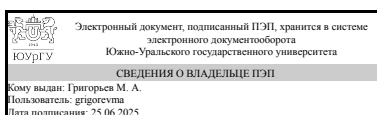
уровень Магистратура

форма обучения заочная

кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

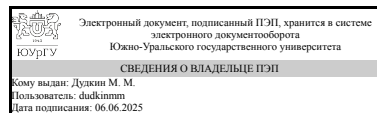
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе	Знает: Теоретические основы формулирования целей и задач исследования в рамках проектной

системного подхода, вырабатывать стратегию действий	деятельности Умеет: Формулировать цели и задачи исследования в рамках проектной деятельности, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки Имеет практический опыт: Формулирования целей и задач исследования в рамках проектной деятельности, выявления приоритетов решения задач, методами выбора и создания критериев оценки
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: Теоретические и методологические основы управления проектами разработки объектов профессиональной деятельности Умеет: Применять методы управления проектами разработки объектов профессиональной деятельности Имеет практический опыт: Управления проектами разработки объектов профессиональной деятельности
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Знает: Методы стратегического анализа и разработки эффективной стратегии на предприятии; методы анализа и учета рисков на предприятии Умеет: Проводить стратегический анализ и разрабатывать стратегию на предприятии, анализировать и учитывать риски на предприятии Имеет практический опыт: Стратегического анализа (PEST, SWOT и др.) и методами разработки стратегии на предприятии, методами анализа и учета рисков на предприятии (анализ чувствительности, сценарное моделирование, анализ безубыточности, ММК и др.)

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.03 Релейная защита и автоматика, ФД.03 Проектирование специальных электрических машин, ФД.02 Системы электроснабжения объектов особой категории надежности	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: Методы проектирования специальных электрических машин, включая весь комплект конструкторской документации, для объектов профессиональной деятельности., Конструкционные и физические особенности

	работы специальных электрических машин с точки зрения отличия от классических электрических машин. Умеет: Измерять и вычислять параметры специальных электрических машин для нужд в электроприводе, применяемого на объектах профессиональной деятельности., Оценивать области применения электрических машин специальной конструкции в объектах профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального определения характеристик специальных электрических машин., Математического моделирования режимов работы специальных электрических машин.
1.О.03 Релейная защита и автоматика	Знает: Основные принципы выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы. Умеет: Выбирать устройства релейной защиты для объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Испытания и математического моделирования рабочих режимов устройства релейной защиты
ФД.02 Системы электроснабжения объектов особой категории надежности	Знает: Современные системы гарантированного и бесперебойного электроснабжения ответственных объектов и проектно-конструкторские решения, Типы и технические характеристики резервных и бесперебойных источников питания и систем автоматики Умеет: Проводить экспертизу проектов электроснабжения объектов особой категории надёжности, Проектировать системы гарантированного и бесперебойного электроснабжения ответственных объектов Имеет практический опыт: Техничко-экономического обоснования проектно-конструкторских решений, Техничко-экономического обоснования выбираемых и вновь проектируемых систем электроснабжения ответственных объектов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 20,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	12	12

Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа (СРС)	87,5	87,5
Подготовка к экзамену	37,5	37,5
Оформление отчетов по лабораторным работам	30	30
Подготовка к защите по лабораторным работам	20	20
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	4	2	0	2
2	Вентильные преобразователи с высокими энергетическими показателями	6	4	0	2
3	Устройства, повышающие качество электрической энергии в системах электроснабжения	2	2	0	0

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. Энергетические характеристики управляемых выпрямителей тока: КПД, гармонические составляющие в выпрямленном напряжении и первичном токе, коэффициент мощности, косинус фи. Двенадцатифазные схемы выпрямителей с последовательным и параллельным включением трехфазных мостов. Энергетические характеристики однофазных и трехфазных неуправляемых выпрямителей тока с емкостным фильтром: гармонические составляющие в первичном токе, коэффициент мощности, косинус фи.	2
2	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. 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. Применение активных выпрямителей в электроприводе.	2
3	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	2

		мощности. Применение активных выпрямителей в электроприводе.	
4	3	Устройства, повышающие качество электрической энергии в системах электроснабжения: конденсаторные батареи, конденсаторно-реакторные компенсаторы, резонансные фильтры. Их преимущества и недостатки. Активные силовые фильтры. Последовательная, параллельная и последовательно-параллельная схемы включения. 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	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.	2
2	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.	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 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].	4	37,5
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-	4	30

	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].		
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.	4	20

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	4	Промежуточная аттестация	Отчет ЛР1	-	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:	экзамен

						- 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.	
2	4	Текущий контроль	Отчет ЛР3	0,25	8	По лабораторной работе 3 «Исследование трехфазного активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления» (контроль раздела 2, 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	экзамен

					следующих показателей. 1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подписей, 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	
--	--	--	--	--	---	--

						результатирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.	
3	4	Текущий контроль	Защита ЛР1	0,25	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. - 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
4	4	Текущий контроль	Защита ЛР3	0,25	10	Защита лабораторной работы 3 «Исследование трехфазного активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления» (контроль раздела 2, 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
5	4	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,	экзамен

						научно-практической конференции, публикацию статьи по тематике дисциплины за каждое мероприятие.	
6	4	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. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	К экзамену допускаются студенты, сдавшие все отчеты по лабораторным работам и прошедшие все тесты по всем разделам курса. Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Оценка за экзамен рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине R_d на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ плюс бонусные баллы $R_б$ (максимум 15) по формуле: $R_d = R_{тек} + R_б$, где $R_{тек} = 0,25 KM1 + 0,25 KM2 + 0,25 KM3 + 0,25 KM4$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле: $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_б$, где $R_{па}$ – рейтинг за промежуточную аттестацию. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» – $R_d = 85 \dots 100\%$; «Хорошо» – $R_d = 75 \dots 84\%$; «Удовлетворительно» – $R_d = 60 \dots 74\%$; «Неудовлетворительно» – $R_d = 0 \dots 59\%$.	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
УК-1	Знает: Теоретические основы формулирования целей и задач исследования в рамках проектной деятельности	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: Формулировать цели и задачи исследования в рамках проектной деятельности, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать	+	+	+	+	+	+

2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-

3. Реферативный журнал. Электроника. 23. свод. том Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНТИ, 1980-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

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. - 42 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_lab_ne
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&etyp

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	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	810-1 (36)	Компьютерный класс, имеющий 25 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный 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	453 (1)	Мультимедийный класс на 50 мест. Оснащен одним компьютером, проектором с экраном, мультимедийными колонками, имеется выход в интернет.