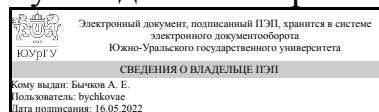


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



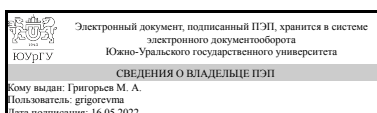
А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.10 Силовая полупроводниковая техника в металлургии  
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод и мехатроника

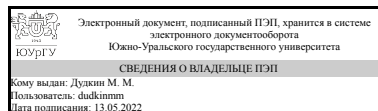
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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 сформировать навыки: чтения схем полупроводниковых преобразователей; анализа электромагнитных процессов полупроводниковых преобразователей; экспериментального исследования электромагнитных процессов в полупроводниковых преобразователях на основе компьютерных моделей. Для осуществления поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: изучить основные типы полупроводниковых преобразователей электроэнергии, применяемых в металлургической промышленности, их характеристики, параметры, основы расчета, электромагнитные процессы, спектральный анализ; научиться рассчитывать режимы работы полупроводниковых преобразователей; анализировать сложные электротехнические системы, содержащие различные виды преобразователей и другое оборудование; проводить исследования по заданной методике в полупроводниковых преобразователях, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет. Новизна курса состоит в том, что в нем большое внимание уделяется изучению полупроводниковых преобразователей электроэнергии, обеспечивающие высокую электромагнитную совместимость преобразователя с питающей сетью, что особенно актуально для мощных металлургических установок.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются силовые полупроводниковые преобразователи, применяемые в металлургической промышленности: многофазные неуправляемые выпрямители со сглаживающими фильтрами, трехфазные управляемые выпрямители тока и ведомые инверторы на их основе, трехфазные двухуровневые и трехуровневые автономные инверторы напряжения (АИН), способы формирования выходного напряжения в АИН на основе различных законов модуляции, трехфазные автономные инверторы тока и преобразователи частоты. Большое внимание при изучении курса уделяется практическим занятиям, на которых студенты получают основные теоретические и практические знания по дисциплине. В течение семестра студенты выполняют практические задания по исследованию полупроводниковых преобразователей при помощи компьютерных моделей и проходят тестирование по всем разделам курса. Вид промежуточной аттестации - зачет.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает: Принципы действия вентильных преобразователей в металлургической промышленности и их характеристики 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: Экспериментального исследования схем силовой электроники по заданной методике, обработки результатов эксперимента
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.03 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов, ФД.08 Системы возбуждения синхронных генераторов, ФД.09 Применение программы Ansys для решения инженерных задач	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ФД.08 Системы возбуждения синхронных генераторов	Знает: Схемы замещения элементов энергосистемы Умеет: Разрабатывать схемы замещения Имеет практический опыт: Анализа электромагнитных процессов в схемах
ФД.09 Применение программы Ansys для решения инженерных задач	Знает: Пакет программ Ansys и его функциональную базу Умеет: Моделировать посредством программы Ansys электромеханические узлы типовых промышленных устройств Имеет практический опыт: Работы с программным пакетом Ansys
1.О.03 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов	Знает: Базовые понятия параллельных вычислений Умеет: Решать задачи на параллельных вычислительных системах с применением специализированных программных пакетов Имеет практический опыт: Применения технологий современных высокопроизводительных вычислений

### 4. Объём и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах

		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Подготовка к тестированию	10	10
Подготовка к зачету	15,75	15.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Выпрямители тока и напряжения	16	0	16	0
2	Автономные инверторы	12	0	12	0
3	Преобразователи частоты	4	0	4	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1, 2	1	Исследование трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя с емкостным фильтром в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя с емкостным фильтром на выходе. Исследование влияния преобразователя на питающую сеть.	4
3, 4	1	Исследование двенадцатифазного неуправляемого выпрямителя с емкостным фильтром в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей двенадцатифазного неуправляемого выпрямителя с емкостным фильтром на выходе. Исследование влияния преобразователя на питающую сеть. Тестирование 1 по теме: «Неуправляемые выпрямители и сглаживающие фильтры» (контроль раздела 1).	4
5, 6	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	4

		преобразователя на питающую сеть. Тестирование 2 по теме: «Управляемые выпрямители тока» (контроль раздела 1).	
13, 14	1	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. Тестирование 4 по теме: «Трехфазный активный выпрямитель напряжения» (контроль раздела 1).	4
7, 8	2	Исследование трехфазного двухуровневого автономного инвертора напряжения (АИН) с различными способами импульсной модуляции в программе MatLab+Simulink. Исследование электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей трехфазного двухуровневого АИН, выполненного по трехфазной мостовой схеме при трех способах импульсной модуляции: синусоидальная и пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция (ШИМ), релейно-токовое управление.	4
9, 10	2	Исследование трехфазного трехуровневого автономного инвертора 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). Тестирование 3 по теме: «Трехфазные двухуровневый и трехуровневый автономные инверторы напряжения» (контроль раздела 2).	4
11, 12	2	Исследование трехфазного двухуровневого автономного инвертора тока с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, регулировочных, внешних и энергетических характеристик трехфазного двухуровневого автономного инвертора тока (АИТ) 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).	4
15, 16	3	Исследование двухзвенного преобразователя частоты в программе MatLab+Simulink. Исследование электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей двухзвенного преобразователя частоты (ДПЧ) с неуправляемым выпрямителем тока на входе и автономным инвертором напряжения с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией. Тестирование 5 по теме: «Двухзвенный преобразователь частоты» (контроль раздела 3).	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 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 практическим занятиям	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 218-277, с. 346-383, с. 393-435; [Осн. лит., 2], с. 315-364,	3	10

	с. 438-451; [Доп. лит., 1], с. 12-103, с. 128-174; [Доп. лит., 2], с. 189-248, с. 254-268, с. 296-311; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-154, с. 226-337; [Осн. лит., 2], с. 39-72, с. 100-142; УМО для СРС [1], с. 19-25, с.28-37; Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], [2]; ПО: [1], [2].		
Подготовка к тестированию	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 218-277, с. 346-383, с. 393-435; [Осн. лит., 2], с. 315-364, с. 438-451; [Доп. лит., 1], с. 12-103, с. 128-174; [Доп. лит., 2], с. 189-248, с. 254-268, с. 296-311; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-154, с. 226-337; УМО для СРС [1], с. 19-25, с.28-37.	3	10
Подготовка к зачету	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 218-277, с. 346-383, с. 393-435; [Осн. лит., 2], с. 315-364, с. 438-451; [Доп. лит., 1], с. 12-103, с. 128-174; [Доп. лит., 2], с. 189-248, с. 254-268, с. 296-311; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-154, с. 226-337; УМО для СРС [1], с. 19-25, с.28-37; Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине: [1], [2], [3].	3	15,75

## 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	Тестирование 1	0,2	10	Тестирование 1 по теме: «Неуправляемые выпрямители и сглаживающие фильтры» (контроль раздела 1) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса на практическом занятии. Тестирование выполняется каждым студентом индивидуально на компьютере. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по изучаемой теме. 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	зачет

						<p>ответов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>	
2	3	Текущий контроль	Тестирование 2	0,2	10	<p>Тестирование 2 по теме: «Управляемые выпрямители тока» (контроль раздела 1) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса на практическом занятии. Тестирование выполняется каждым студентом индивидуально на компьютере. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по изучаемой теме. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>	зачет
3	3	Текущий контроль	Тестирование 3	0,2	10	<p>Тестирование 3 по теме: «Трехфазные двухуровневый и трехуровневый автономные инверторы напряжения» (контроль раздела 2) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса на практическом занятии. Тестирование выполняется каждым студентом индивидуально на компьютере. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по изучаемой теме. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>	зачет
4	3	Текущий контроль	Тестирование 4	0,2	10	<p>Тестирование 4 по теме: «Трехфазный активный выпрямитель напряжения» (контроль раздела 1) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса на практическом занятии. Тестирование выполняется каждым студентом индивидуально на компьютере. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по изучаемой теме.</p>	зачет

						<p>На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>	
5	3	Текущий контроль	Тестирование 5	0,2	10	<p>Тестирование 5 по теме: «Двухзвенный преобразователь частоты» (контроль раздела 3) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса на практическом занятии. Тестирование выполняется каждым студентом индивидуально на компьютере. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по изучаемой теме. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>	зачет
6	3	Бонус	Бонус	-	15	<p>Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины, а также публикациях по тематике дисциплины.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+15 за победу в олимпиаде международного уровня.</li> <li>+10 за победу в олимпиаде российского уровня.</li> <li>+5 за победу в олимпиаде университетского уровня.</li> <li>+1 за участие в олимпиаде, конкурсе, научно-практической конференции, публикацию статьи по тематике дисциплины за каждое мероприятие.</li> </ul>	зачет
7	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	20	<p>Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить знания студентов по всем разделам курса. На ответы отводится 30 минут.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных</li> </ul>	зачет



					<p>ответов.</p> <p>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</p> <p>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</p> <p>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>К зачету допускаются студенты, выполнившие все тесты по всем разделам курса. Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Оценка на зачете рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> плюс бонусные баллы <math>R_b</math> (максимум 15) по формуле: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>, где <math>R_{тек} = 0,2 KM1 + 0,2 KM2 + 0,2 KM3 + 0,2 KM4 + 0,2 KM5</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов.</p> <p>Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающегося выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. Тогда рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по формуле: <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b</math>, где <math>R_{па}</math> – рейтинг за промежуточную аттестацию.</p> <p>Критерии оценивания: «Зачтено» – <math>R_d = 100...60\%</math>; «Не зачтено» – <math>R_d = 0...59\%</math>.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM						
		1	2	3	4	5	6	7
ОПК-2	Знает: Принципы действия вентильных преобразователей в металлургической промышленности и их характеристики	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	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	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: Экспериментального исследования схем силовой электроники по заданной методике, обработки результатов эксперимента	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Печатная учебно-методическая документация**

#### *а) основная литература:*

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.
2. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника [Текст] учеб. пособ. для вузов. - М.: Высшая школа, 1982. - 496 с. ил.

#### *б) дополнительная литература:*

1. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" О. З. Попков. - 3-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 199,[1] с. ил.
2. Горбачев, Г. Н. Промышленная электроника Учеб. для энерг. спец. вузов Под ред. В. А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 319,[1] с. ил.

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

1. Электричество теорет. и науч.-практ. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние физ.-техн. проблем энергетики, Федерация энергет. и электротехн. обществ журнал. - М., 1996-
2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-
3. Реферативный журнал. 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. Гельман, М. В. Физические основы электроники. Преобразовательная техника Программа, метод. указания и контрол. задания для студентов-заоч. М. В. Гельман; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 41, [1] с.

#### *из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Гельман, М. В. Физические основы электроники. Преобразовательная техника Программа, метод. указания и контрол. задания для студентов-заоч. М. В. Гельман; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 41, [1] 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. - 423 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf</a>
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. <a href="https://aep.susu.ru/assets/53_ucposobek_lab_new.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_ucposobek_lab_new.pdf</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

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

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	812 (36)	Компьютерный класс имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах полупроводниковых приборов).
Практические занятия и семинары	471 (3)	Компьютерный класс, имеющий 18 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный комплект программного обеспечения для моделирования процессов силовых полупроводниковых преобразователей в программе MatLab+Simulink. Имеются необходимые аудиовизуальные средства обучения.