ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бычков А. Е.
Пользователь: bychkovae
Дата подписания: 22.05.2023

А. Е. Бычков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.03 Силовая полупроводниковая техника в металлургии
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.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Григорьев М. А.
Пользователь: grigorevma
Дата подписания: 22.05.2023

М. А. Григорьев

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дудкин М. М.
Пользователь: dudkinmm
Дата подписания: 20.05.2023

М. М. Дудкин

Челябинск

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
ФД.02 Системы возбуждения синхронных генераторов, 1.О.03 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ФД.02 Системы возбуждения синхронных генераторов	Знает: Схемы замещения элементов энергосистемы Умеет: Разрабатывать схемы замещения Имеет практический опыт: Анализа электромагнитных процессов в схемах
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., 12,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	8	8
Лекции (Л)	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8

Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	59,75	59,75
Подготовка к практическим занятиям	20	20
Подготовка к тестированию	20	20
Подготовка к зачету	19,75	19.75
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	4	0	4	0
2	Автономные инверторы	2	0	2	0
3	Преобразователи частоты	2	0	2	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Исследование трехфазного мостового и двенадцатифазного неуправляемых выпрямителей 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.	2
2	1	Исследование трехфазных управляемого выпрямителя тока и активного выпрямителя напряжения с векторной системой управления 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
3	2	Исследование трехфазного двухуровневого и трехуровневого автономных инверторов напряжения (АИН) с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, регулировочных, внешних и энергетических характеристик трехфазного двухуровневого и трехуровневого автономных инверторов напряжения (АИН) с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) и законом управления U/f = const при работе на активно-индуктивную нагрузку с ПЭДС (имитация асинхронного электродвигателя).	2
4	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	2

		модуляцией.	

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, 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].	3	20
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	20
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	19,75

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Тестирование 1	0,2	10	Тестирование 1 по теме: «Неуправляемые выпрямители и сглаживающие фильтры»	зачет

						(контроль раздела 1) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса в течение зимней сессии. 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	
2	3	Текущий контроль	Тестирование 2	0,2	10	Тестирование 2 по теме: «Управляемые выпрямители тока» (контроль раздела 1) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса в течение зимней сессии. 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	зачет
3	3	Текущий контроль	Тестирование 3	0,2	10	Тестирование 3 по теме: «Трехфазные двухуровневый и трехуровневый автономные инверторы напряжения» (контроль раздела 2) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса в течение зимней сессии. 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	зачет

						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.	
4	3	Текущий контроль	Тестирование 4	0,2	10	Тестирование 4 по теме: «Трехфазный активный выпрямитель напряжения» (контроль раздела 1) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса в течение зимней сессии. 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	зачет
5	3	Текущий контроль	Тестирование 5	0,2	10	Тестирование 5 по теме: «Двухзвенный преобразователь частоты» (контроль раздела 3) осуществляется по окончании изучения соответствующих тем курса в течение зимней сессии. 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 ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	зачет
6	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.	зачет

						+5 за победу в олимпиаде университетского уровня. +1 за участие в олимпиаде, конкурсе, научно-практической конференции, публикацию статьи по тематике дисциплины за каждое мероприятие.	
7	3	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	20	Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить знания студентов по всем разделам курса. На ответы отводится 30 минут. - Правильный ответ на вопрос – 1 балл. - Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов. - Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов. - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	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 Rд на основе рейтинга по текущему контролю Rтек плюс бонусные баллы Rб (максимум 15) по формуле: Rд=Rтек+Rб, где Rтек=0,2 КМ1+0,2 КМ2+ 0,2 КМ3+0,2 КМ4 +0,2 КМ5 рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающего выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. Тогда рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по формуле: Rд=0,6 Rтек+0,4 Rпа+Rб, где Rпа – рейтинг за промежуточную аттестацию. Критерии оценивания: «Зачтено» – Rд = 100...60%; «Не зачтено» – Rд = 0…59%.	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
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 направлени. "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.: ВИНИТИ, 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. 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_new.pdf

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 ВИНИТИ 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
Самостоятельная работа студента	526-3 (1)	Компьютерный класс имеет 18 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	526-3 (1)	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.